

# **NORMAS TÉCNICAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRA PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO**



## **CAPÍTULO 8**

### **PAVIMENTOS, GUARNICIONES Y DEMOLICIONES**

Normas Técnicas de la Dirección General de Obra Pública del Municipio de León, Guanajuato

Presidencia Municipal de León, Gto.

Administración 2021 - 2024

La revisión y autorización estuvo a cargo de:

Ing. Israel Martínez Martínez  
Director General de Obra Pública  
Arq. José Solís Anguiano  
Subdirector General de Ejecución de Obra y Mantenimiento  
Ing. José Leopoldo Neri Espinoza  
Director de Costos y Presupuestos

La elaboración y revisión técnica estuvo a cargo de:

Ing. Luis Alfonso Moreno Espinosa  
Coordinador de Mantenimiento Vial  
Arq. Luis Benito Castro Juárez  
Coordinador de Presupuestos de Urbanización y Proyectos  
Arq. Diana Dolores Montiel  
Coordinador de Edificación, Proyectos y Ajustes de Costos

Comisión Mixta CMIC - DGOP de la Subdirección General de Ejecución de Obra y Mantenimiento

Integrada por representantes de:

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, A.C. Delegación Guanajuato.  
Cámara Nacional de Empresas de Consultoría, A.C.  
Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, CANACINTRA León - Sector Construcción  
Colegio de Ingenieros Civiles de León, A.C.  
Colegio de Arquitectos de León, A.C.

Dirección General de Obra Pública  
Blvd. Torres Landa Ote. 1701-B  
Predio El Tlacuache, entre Blvd. Francisco Villa y Océano Atlántico  
Teléfono: 01 477 212 4650  
E-mail: [obras.publicas@leon.gob.mx](mailto:obras.publicas@leon.gob.mx)

Fecha de última actualización: Abril 2023  
Versión 03

## ÍNDICE

### CAPÍTULO 8. PAVIMENTOS, GUARNICIONES Y DEMOLICIONES

8.01 BASES Y SUBBASES DE PAVIMENTO .....	4
8.02 RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS, BANQUETAS Y GUARNICIONES .....	19
8.03 RIEGO DE IMPREGNACIÓN .....	22
8.04 RIEGO DE LIGA .....	28
8.05 CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE .....	34
8.06 CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO .....	49
8.07 CARPETAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS .....	61
8.08 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS .....	68
8.09 FRESADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS .....	77
8.10 RECUPERACIÓN EN FRÍO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS .....	82
8.11 CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO .....	93
8.12 CALAFATEO Y SELLADO DE JUNTAS .....	110
8.13 MACHUELOS Y/O GUARNICIONES DE CONCRETO HIDRÁULICO .....	115
8.14 BANQUETAS.....	121



# CAPÍTULO 8.01

## BASES Y SUBBASES DE PAVIMENTO

### A. DEFINICIÓN

**A.01** La base es una de las capas de la estructura del pavimento formada por materiales seleccionados que cumplan con especificaciones de proyecto y que sirve de apoyo para la capa de rodamiento, construyéndose sobre la capa subrasante o subbase cuando se trata de pavimentos flexibles, empedrados o piezas prefabricadas dependiendo de cada proyecto y cuyas funciones son: resistir los esfuerzos que transmite la capa de rodamiento, transmitir los esfuerzos a la capa de subbase o subrasante, drenar el agua proveniente de la superficie, disminuir la ascensión capilar y evitar deformaciones excesivas.

**A.02** La subbase es una de las capas de la estructura del pavimento asfáltico formada por materiales seleccionados que cumplan con especificaciones de proyecto y que se construye sobre la subrasante y cuyas funciones son: soportar las cargas, resistir los esfuerzos que transmite la capa superior, transmitirlos y distribuirlos a la subrasante de tal forma que no se produzcan deformaciones permanentes en éstas, drenar el agua proveniente de la superficie, disminuir la ascensión capilar y de esta manera restringir la migración de finos.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULO DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS Y BANQUETAS	8.02				
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
RIEGO DE LIGA	8.04				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE	8.05				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO	8.06				
FRESADO DE LA CAPA ASFÁLTICA DE RODADURA	8.09				



DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

## C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen para la construcción de subbases y bases, pueden ser:

**C.01a Materiales Naturales** Son las arenas, gravas y limos, así como rocas muy alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria y que, por cumplir con los requisitos de calidad establecidos en esta norma, no requieren de tratamiento mecánico alguno para ser utilizados.

**C.01b Materiales Cribados** Son las arenas, gravas y limos, así como las rocas alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria y que, para hacerlos utilizables, requieren de un tratamiento mecánico de cribado, con el equipo adecuado, para eliminar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta norma y satisfacer la composición granulométrica.

**C.01c Materiales Parcialmente Triturados** Son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos que al extraerlos quedan sueltos o pueden ser disgregados y que, para ser utilizables, requieren un tratamiento mecánico de trituración parcial y cribado, con el equipo adecuado, para aprovechar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta norma y satisfacer la composición granulométrica.

**C.01d Materiales Totalmente Triturados** Son los materiales extraídos de un banco o pepenados, que requieren un tratamiento mecánico de trituración total y cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

**C.01e Materiales Mezclados** Son los que se obtienen mediante la mezcla de dos o más de los materiales a que se refieren los fracciones C.01a. a C.01d. en las proporciones necesarias para satisfacer los requisitos de calidad establecidos en esta norma

**C.02** En cada caso la elección del tratamiento más conveniente corresponderá al Contratista, asegurándose que se cumplan con los requisitos de calidad de esta Norma

## D. REQUISITOS DE CALIDAD

### D.01 MATERIALES PARA SUBBASES

El material natural, cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de subbases para pavimentos **asfálticos**, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- 1) El material tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 1, y con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 2 de este Capítulo, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S), de ocho punto dos (8.2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (□L).
- 2) La curva granulométrica del material por emplear, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual **M.MMP.1.06** Granulometría de la SCT, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la Figura 1 de este Capítulo, sin cambios bruscos de pendiente. La relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura de cero punto

cero setenta y cinco (0.075) milímetros (No. 200) al que pase la malla con abertura de cero punto cuatrocientos veinticinco (0.425) milímetros (No. 40) no será mayor de cero punto sesenta y cinco(0.65).

- 3) Si la granulometría del material obtenido en un banco, una vez sujeto al tratamiento mecánico, no cumple con los requisitos establecidos en este Capítulo, se podrá mezclar con materiales de otros bancos, en la proporción adecuada para que cumpla con dichos requisitos, en ningún caso es aceptable mezcla con materiales finos que agreguen plasticidad a la mezcla. Una vez establecido el proporcionamiento, el Contratista será el responsable de los procedimientos de mezclado de los materiales, para garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación.

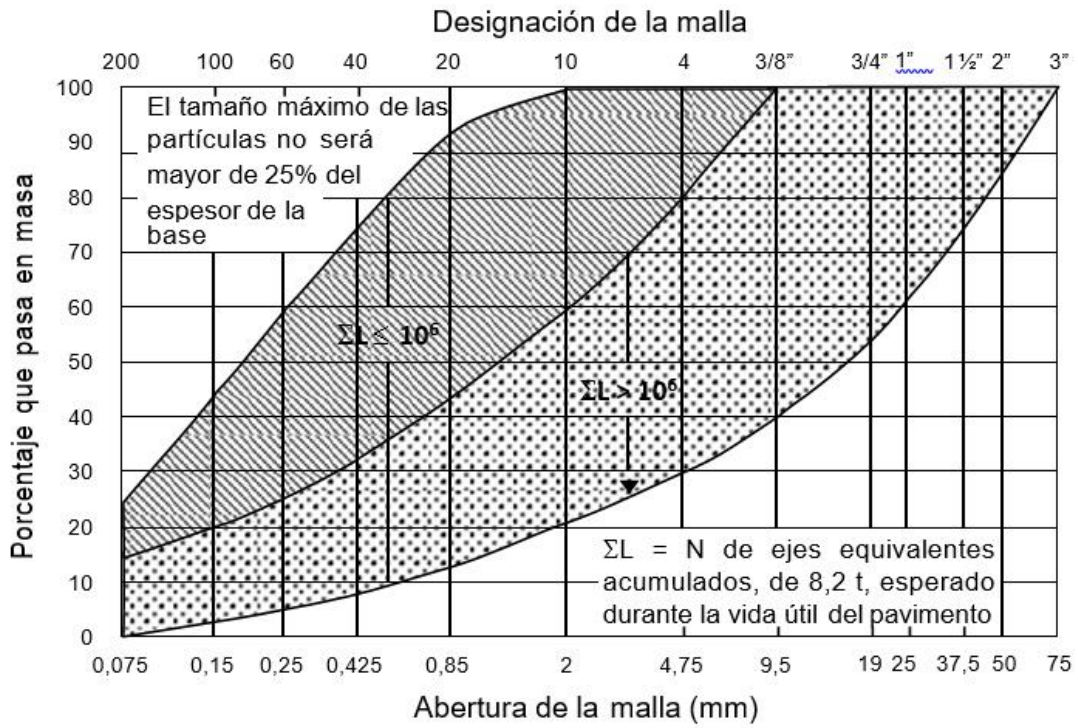
**TABLA 1.- Requisitos de granulometría de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos**

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA	
Abertura Mm	Designación	$\square L \leq 10^{6[1]}$	$\square L > 10^{6[1]}$
75	3"	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½"	75 - 100	75 - 100
25	1"	62 - 100	62 - 100
19	¾"	54 - 100	54 - 100
9,5	⅜"	40 - 100	40 - 100
4,75	Nº4	30 - 100	30 - 80
2	Nº10	21 - 100	21 - 60
0,85	Nº20	13 - 92	13 - 45
0,425	Nº40	8 - 75	8 - 33
0,25	Nº60	5 - 60	5 - 26
0,15	Nº100	3 - 45	3 - 20
0,075	Nº200	0 - 25	0 - 15

$\square \square \square \square L$  = Número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S), de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento

**FIGURA 1.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos**





**TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos**

CARACTERÍSTICAS	VALOR %	
	□ L<10 <sup>6[1]</sup>	□ L>10 <sup>6[1]</sup>
Límite líquido <sup>[2]</sup> , máximo	30	25
Índice plástico <sup>[2]</sup> , máximo	10	6
Valor soporte de California (CBR) <sup>[2,3]</sup> , mínimo	50	60
Equivalente de arena <sup>[2]</sup> , mínimo	30	40
Desgaste Los Angeles <sup>[2]</sup> , máximo	50	40
Grado de compactación <sup>[2,4]</sup> , mínimo	95	95

□□□ □L = Número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S), de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento

[2] Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales de la SCT.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que al proyecto o la Dirección indiquen otra cosa.

### **D.02 MATERIALES PARA BASES HIDRÁULICAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE (CONCRETO ASFÁLTICO) Y RÍGIDO (CONCRETO HIDRÁULICO)**

El material cribado, pétreo triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de bases hidráulicas para pavimentos de concreto asfáltico o para pavimentos de concreto hidráulico, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- 1) El material para la base hidráulica será cien (100%) por ciento producto de la trituración de roca sana.
- 2) Cuando sobre la base hidráulica se coloque una carpeta de concreto hidráulico, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 3 y se muestran en la Figura 2, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 4 de este Capítulo.

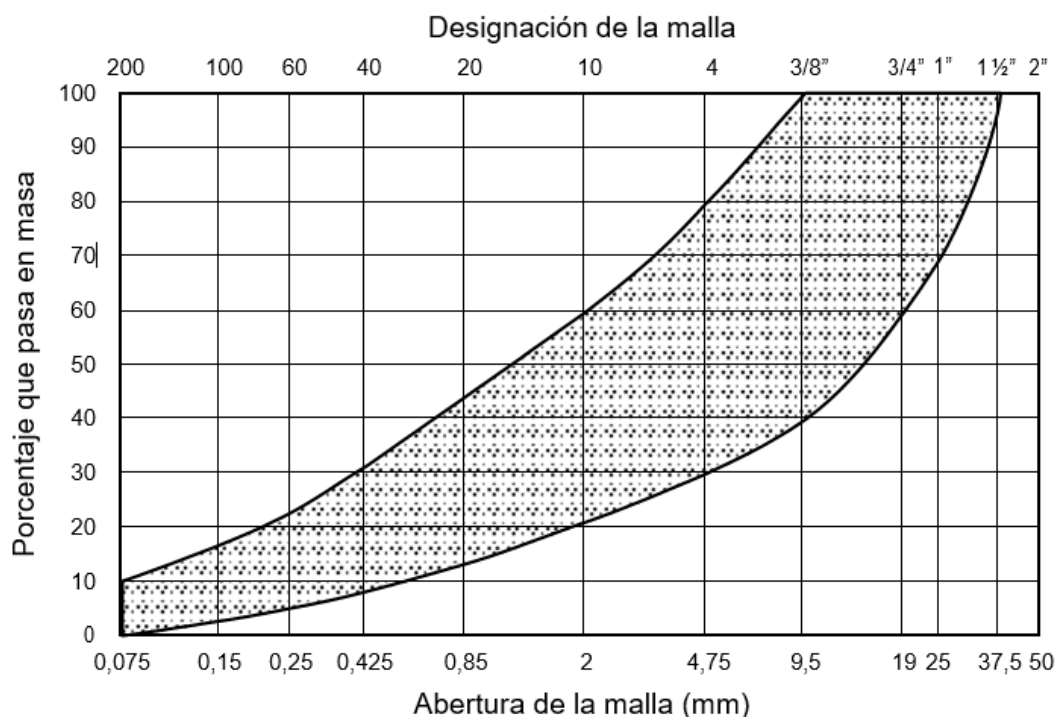
**TABLA 3.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases con carpetas de concreto hidráulico**

MALLA		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
37.5	1 1/2"	100
25	1"	70-100
19	3/4"	60-100
9.5	3/8"	40-100
4.75	No. 4	30-80
2	No. 10	21-60
0.85	No. 20	13-44
0.425	No. 40	8-31
0.25	No. 60	5-23
0.15	No. 100	3-17
0.075	No. 200	0-10

**FIGURA 2.- Zona granulométrica recomendable de los materiales de los materiales para**



## bases hidráulicas de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico



**TABLA 4.- Requisitos de calidad de los materiales para bases hidráulicas con carpetas de concreto hidráulico**

CARACTERÍSTICA	VALOR (%)		
	$\Sigma L < 10^6$	$10^6 < \Sigma L < 10^7$	$\Sigma L > 10^7$
Límite líquido <sup>[1]</sup> , máximo	30	30	25
Índice plástico <sup>[1]</sup> , máximo	10	6	6
Equivalente de arena <sup>[1]</sup> , mínimo	25	30	40
Valor soporte de California (CBR) <sup>[1,2]</sup> , mínimo	80	100	120
Desgaste Los Ángeles <sup>[1]</sup> , máximo	35	35	30
Partículas alargadas y lajeadas, máximo	40	40	40
Grado de compactación <sup>[1,3]</sup> , mínimo	95	98	100
Tipo de vialidad	3ria.	2ria.	1ria.

[1] Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales de la SCT.

[2] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[3] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada o Porter, salvo que al proyecto o la Dirección indiquen otra cosa.

- 3) Cuando sobre la base hidráulica se coloque una carpeta de mezcla asfáltica de granulometría densa, ya sea en caliente o en frío, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 5 y se muestran en la Figura 3, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 6 de este Capítulo, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S), de ocho punto dos (8.2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento ( $\square L$ ). Además, el valor de la Densidad relativa deberá ser mayor o igual a 2.4 ( $D_r \geq 2.4$ )

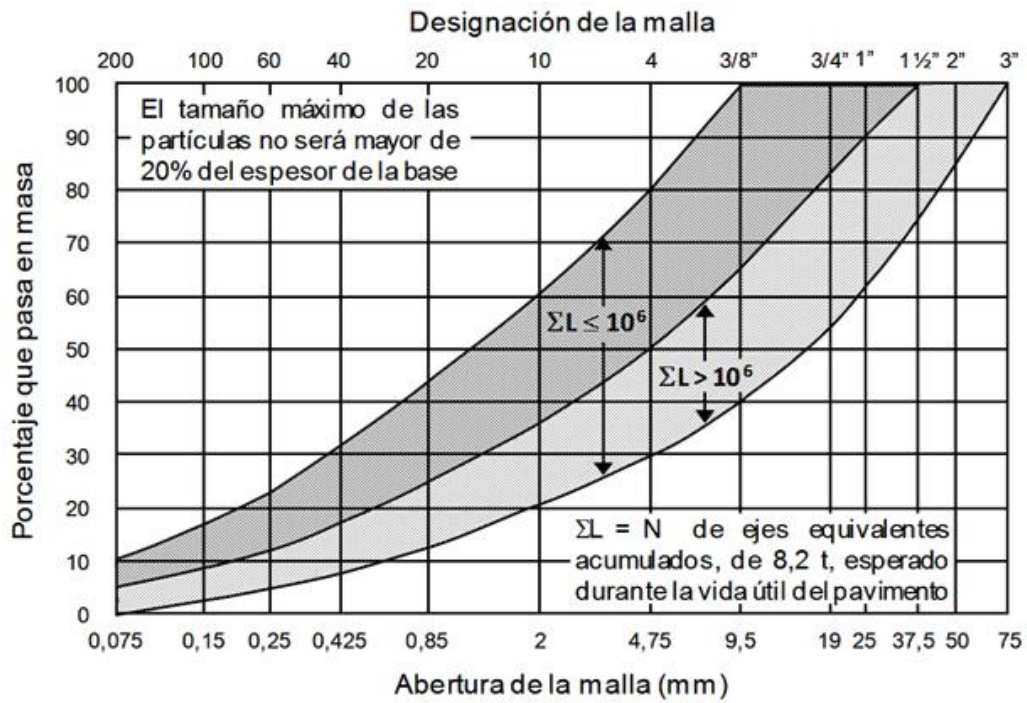
**TABLA 5.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases hidráulicas con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa**

MALLA		Porcentaje que pasa <sup>[1]</sup>	
AberturaMm	Designación	□L≤10 <sup>6</sup> [1]	□L>10 <sup>6</sup> [1]
75	3 in	100	100
50	2 in	85 - 100	85 - 100
37,5	1½ in	75 - 100	75 - 100
25	1 in	62 - 100	62 - 90
19	¾ in	54 - 100	54 - 83
9,5	⅜ in	40 - 100	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

□□□ □L = Número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S), de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento

**FIGURA 3.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases hidráulicas de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa**





**TABLA 6.- Requisitos de calidad de los materiales para bases hidráulicas de pavimentos asfálticos**

CARACTERÍSTICAS	VALOR %	
	□L≤10 <sup>6[1]</sup>	□L>10 <sup>6[1]</sup>
Límite líquido <sup>[2]</sup> , máximo	25	25
Índice plástico <sup>[2]</sup> , máximo	6	6
Equivalente de arena <sup>[2]</sup> , mínimo	40	50
Valor soporte de California (CBR) <sup>[2,3]</sup> , mínimo	80	100
Desgaste Los Angeles <sup>[2]</sup> , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas <sup>[2]</sup> , máximo	40	35
Grado de compactación <sup>[2,4]</sup> , mínimo	98	100

□□□ □L = Número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S) de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento

[2] Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales de la SCT.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[4] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada o Porter, salvo que al proyecto o la Dirección indiquen otra cosa.

- 4) Cuando sobre la base hidráulica se coloque un tratamiento asfáltico superficial (carpetas de sistemas de riego), el material para la base hidráulica tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 7 y se muestra en la Figura 4 y con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 6 de este Capítulo, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S), de ocho punto dos (8.2) toneladas esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL).

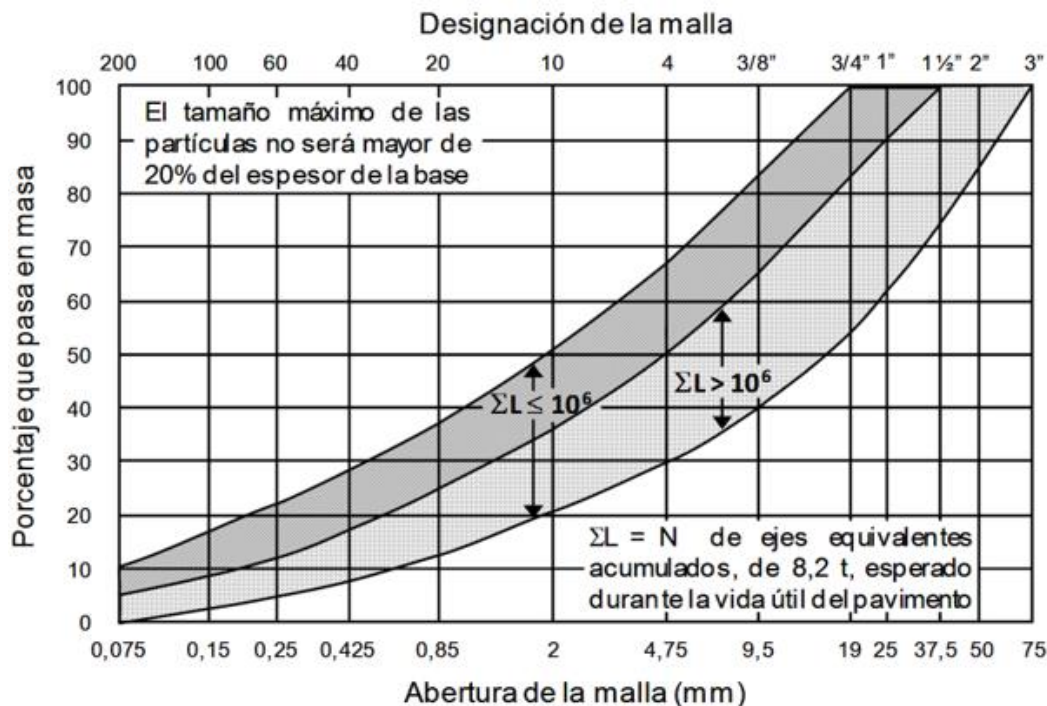
**TABLA 7.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases hidráulicas que sean cubiertas sólo con un tratamiento asfáltico superficial**

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA	
AberturaMm	Designación	□L≤10 <sup>6[1]</sup>	□L>10 <sup>6[1]</sup>
75	3 in	100	100
50	2 in	85 - 100	85 - 100
37,5	1½ in	75 - 100	75 - 100
25	1 in	62 - 100	62 - 90
19	¾ in	54 - 100	54 - 83
9,5	¾ in	40 - 83	40 - 65
4,75	N°4	30 - 67	30 - 50
2	N°10	21 - 50	21 - 36
0,85	N°20	13 - 37	13 - 25
0,425	N°40	8 - 28	8 - 17
0,25	N°60	5 - 22	5 - 12
0,15	N°100	3 - 17	3 - 9
0,075	N°200	0 - 10	0 - 5

□□□ □L = Número de ejes sencillos equivalentes acumulados (ESAL'S) de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento



**FIGURA 4.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases hidráulicas de pavimentos con solamente un tratamiento superficial**



- 5) La curva granulométrica del material por emplear, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual de Granulometría de la SCT, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en las Figuras 2, 3 y 4 de este Capítulo, según sea el caso, sin cambios bruscos de pendiente. La relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura cero punto cero setenta y cinco (0.75) milímetros (No. 200) al que pase la malla con abertura de cero punto cuatrocientos veinticinco (0.425) milímetros (No. 40) no será mayor de cero punto sesenta y cinco (0.65).
- 6) Si la granulometría del material obtenido en un banco, una vez sujeto al tratamiento mecánico, no cumple con los requisitos establecidos en este capítulo, se podrá mezclar con materiales de otros bancos, en la proporción adecuada para que cumpla con dichos requisitos, en ningún caso es aceptable mezclar con materiales finos que agreguen plasticidad a la mezcla. Una vez establecido el proporcionamiento, el Contratista será el responsable de los procedimientos de mezclado de los materiales, para garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación.

## E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de subbases y bases hidráulicas, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Dirección, el equipo



presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista

## **F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

**F.01** El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en el punto D. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes

**F.02** Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales antes de su utilización en la obra debe tenerse cuidado en su almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

**F.02a** El material, una vez tratado mecánicamente, se almacenará en un sitio específicamente destinado para tal uso. Cuando dicho sitio no cuente con un firme, previo a su utilización:

- Se removerá la capa vegetal y se limpiará la superficie;
- Se conformará, nivelará y compactará la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje y
- Se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material por almacenar, para evitar la contaminación del material que coloque se encima.

**F.02b** Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales.

**F.02c** Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, éstos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.

**F.02d** Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, será recomendable cubrirlo con lonas para protegerlo de la intemperie.

## **G. EJECUCIÓN**

### **G.01 CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la construcción de subbases o bases hidráulicas se considerará lo señalado en la Cláusula D. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas

### **G.02 MEZCLADO DEL MATERIAL**

Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales de dos o más bancos diferentes, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un material homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, mediante uno de los siguientes procedimientos.

#### **G.02a Mezclado en planta**

- 1) En plantas del tipo pugmill o de tambor rotatorio, la dosificación de los materiales y el agua, se hace por masa.
- 2) En mezcladoras de tipo continuo, la dosificación de los materiales y el agua, puede hacerse por masa o por volumen.
- 3) El material mezclado se transportará al sitio de su colocación, de forma que no se altere para que pueda ser extendido y compactado.

#### **G.02b Mezclado en el lugar**





Si la mezcla de los materiales se hace en el lugar de su utilización, se mezclarán en seco y posteriormente se incorporará el agua como se indica en el Inciso G.03d de esta Norma.

### **G.03 TRABAJOS PREVIOS**

**G.03a** Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la subbase o la base hidráulica, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Dirección.

**G.03b** Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la subbase o la base hidráulica, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

**G.03c** Se descargará el material sobre la subrasante o la subbase, según sea el caso, en cantidad prefijada por estación de veinte (20) metros, en tramos que no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material.

**G.03d** Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

### **G.04 TENDIDO Y CONFORMACIÓN**

**G.04a** Inmediatamente después de preparado el material como se indica en el Inciso G.03.d de esta Norma, se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.

**G.04b** El material se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Dirección, Una vez compactada la última capa como se indica en la Fracción G.05. de esta Norma, se tendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto.

### **G.05 COMPACTACIÓN**

**G.05a** La capa extendida se puede compactar con pata de cabra y rodillo liso, hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o el que apruebe la Dirección. La última capa que se extienda se terminará con rodillo liso.

**G.05b** La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

**G.05c** Para aceptar la subbase y/o base hidráulica, la superficie deberá quedar perfectamente afinada y nivelada de acuerdo con las pendientes longitudinales y transversales que fije el proyecto. Los niveles y las pendientes de proyecto deben ser dados desde el nivel de sub-rasante. También las capas deben estar exentas de baches, los cuales, en caso de existir, deben ser extraídos y repuestos con material adecuado, dándole la compactación especificada, antes de proceder al extendido de la siguiente capa de subbase o la base hidráulica.

**G.05d** Cuando en la construcción de la estructura de pavimento, si la construcción de la siguiente etapa se demora dejando expuesta a la intemperie alguna(s) capa(s) construida(s), se deberá dejar protección lateral por medio de arroyo de mismo material en por lo menos 0.50 metros (pateo) asimismo se colocará un riego de protección de la superficie.

### **G.06 MUESTREO DEL MATERIAL DE BASE HIDRÁULICA Y SUBBASE**

**G.06a** En virtud de que los materiales de bases hidráulica y subbases deben cumplir con los requisitos físicos señalados anteriormente y con objeto de garantizar su calidad, deben efectuarse



muestreos periódicos del material con sus correspondientes pruebas físicas, servicio que será proporcionado por el Contratista con una empresa del ramo de control de calidad, con solvencia técnica acreditada por la Dirección.

**G.06b** Con el fin de que los resultados de las pruebas sean realmente representativos del material empleado en la obra, la Dirección de Obra Pública ordenará la intensidad de los muestreos, que en términos generales se apegarán al siguiente criterio:

- 1) Antes de iniciarse la obra, se muestreará el material desde los bancos y se autorizarán por escrito los que reúnan la calidad requerida.
- 2) Al iniciarse su empleo en la obra, estando el material tendido y listo para compactarse y cada vez que sea cambiada su procedencia.
- 3) Cuando en una obra se emplee material de un mismo banco (aprobado por la Dirección) y la calidad sea uniforme y buena podrá dejar de muestrearse hasta por 1,000 m<sup>3</sup> para cada tipo de material, más sin embargo, deberá efectuarse como mínimo un estudio de calidad para cada obra donde se emplee dicho material. Asimismo, cuando se detecte cambio en la calidad del material se intensificará el muestreo.

## **H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la subbase o la base hidráulica sea aceptada por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

### **H.01 CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Que los materiales, solos y después de mezclados cuando procedan de dos o más bancos diferentes, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción C. de esta Norma. Así como, teniendo en cuenta lo siguiente:

**H.01a** El responsable del estudio geotécnico del banco, determinará a nivel de estudio, que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en este capítulo, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas con se establece en el Manual Muestreo de materiales para subbase y base hidráulica, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales de la SCT, e indicará en cada caso, el tratamiento mecánico a que deba sujetarse el material.

**H.01b** En caso de que el Contratista seleccione el banco, será responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en este Capítulo, con base a lo indicado en la Fracción anterior y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento mecánico y obtener la aprobación por parte de la Dirección. El Contratista entregará a la Dirección de Obra Pública un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en este Capítulo, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobado por la Dirección de Obra Pública.

**H.01c** Durante el proceso de construcción, con objeto de controlar la calidad del material, el Contratista, por cada doscientos (200) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los valores establecidos en este Capítulo y entregará a la Dirección de Obra Pública los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual, Muestreo de materiales para subbase y base hidráulica y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales de la SCT. Será motivo de rechazo por parte de la Dirección de Obra Pública, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.

**H.01d** En cualquier momento, la Dirección de Obra Pública podrá verificar que el material suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en este Capítulo,



siendo motivo de rechazo el incumplimiento de alguno de ellos

## **I. ALCANCES, MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

### **I.01 ALCANCES**

Los trabajos de construcción de subbases y bases hidráulicas comprenden lo siguiente, considerando los siguientes procedimientos de obtención de los materiales:

#### **I.01a Adquisición de minas o bancos en explotación.**

Cuando en la zona existan bancos o minas que vendan materiales de subbase y base hidráulica que no requieran tratamiento alguno para emplearse.

#### **I.01b Explotación de bancos.**

Este concepto incluye: trámites, permisos de explotación, pago de regalías, desmonte, despalme, extracción del material aprovechable, separación y retiro del desperdicio al lugar que indique la Dirección de Obra Pública; el tratamiento que requiera el material: disgregado, cribado, trituración parcial o total, mezclado, armado y desmantelamiento de las instalaciones que requiera la planta, acarreo, cargas y descargas de los materiales dentro de la planta y formación de almacenamientos, equipo, herramienta y personal necesarios para producir el material de la calidad requerida.

#### **I.01c Acarreo de los materiales de los bancos al lugar de la obra.**

**I.01d** Suministro, acarreo, sobreacarreo e incorporación del agua, así como la obtención de los permisos para la explotación de la misma; operación de mezclado, tendido, compactado al grado mínimo del 95% o al que indique la Dirección de Obra Pública.

**I.01e** Terminado de la superficie de la capa dejándola afinada, nivelada y libre de baches.

**I.01f** Todo el equipo, herramienta y personal necesarios para la correcta ejecución de estos trabajos, de acuerdo con el proyecto o las indicaciones de la Dirección de Obra Pública.

**I.01g** También se incluyen los muestreos y pruebas para verificar la cantidad de los materiales empleados, con la frecuencia que indique la Dirección de Obra Pública, las pruebas que realicen en la obra, para verificar si los grados de compactación obtenidos cumplen con lo especificado.

### **I.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

**I.02a** El mezclado, tendido y compactado de los materiales de subbase y base hidráulica, se medirá tomando como unidad el metro cúbico de material compactado. De acuerdo con el volumen que indique el proyecto, basado en: ancho, longitud y espesor de la capa total. Estos datos deben verificarse mediante secciones transversales a cada 20 m. antes y después de haberse colocado el espesor total de subbase y base hidráulica.

**I.02b** Cuando la subbase y base hidráulica se pague por unidad de obra terminada se toma como unidad  $\text{dm}^3$  de material compactado y se considera el volumen obtenido mediante las secciones transversales del proyecto con las modificaciones ordenadas por la Dirección de Obra Pública en más o en menos.

**I.02c** No se medirán volúmenes de la base hidráulica y subbase por reposición de obra, cuando las causas de deterioro sean por causas imputables al Contratista. Ni volúmenes superiores a los del proyecto cuando no sean autorizados por la Dirección de Obra Pública.

**I.02d** No se medirán los conceptos parciales para este concepto, cuando el pago de las bases hidráulicas y subbases se haga por unidad de obra terminada.

### **I.03 BASE DE PAGO**

**I.03a** Los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo se pagan con los precios unitarios



que para cada uno de ellos aparece en el catálogo del contrato respectivo, se incluyen en estos precios unitarios los cargos directos e indirectos, el financiamiento y la utilidad del Contratista.



## CAPÍTULO 8.02 RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS, BANQUETAS Y GUARNICIONES

### A. DEFINICIÓN

**A.01** Se entenderá por ruptura de pavimentos, banquetas y guarniciones al conjunto de operaciones que deberá realizar el Contratista para cortar, romper y remover la capa o capas de los pavimentos y banquetas que deberán reponerse.

**A.02** Se entenderá por reposición de pavimentos, al conjunto de trabajos necesarios que ejecutará el Contratista para rehacer los pavimentos que hubieren sido removidos.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Existen algunos capítulos de estas Normas que se relacionan con rupturas de pavimentos, banquetas y reposición de los mismos, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
BASES Y SUBBASES DE PAVIMENTO	8.01				
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
RIEGO DE LIGA	8.04				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE	8.05				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO	8.06				
FRESADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	8.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

### C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilizan en la reposición de pavimentos y banquetas pueden ser los siguientes:

- Agregados pétreos.





- Concreto asfáltico.
- Concreto hidráulico.
- Piedras naturales.
- Piedras artificiales.
- Otros autorizados por proyecto.

## **D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

**D.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipo necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto, cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar esos procedimientos, los pondrá a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para presentar nuevos precios unitarios.

**D.02** Los conceptos de trabajo que se relacionan con esta Norma incluyen las siguientes operaciones:

**D.02a** La demolición por medios manuales o mecánicos de pavimento o banqueta señalados en el proyecto y/o aprobados por la Dirección.

**D.02b** Todo el material producto de la ruptura de pavimentos, banquetas y guarniciones, deberá retirarse del sitio de ruptura y transportarlo al sitio que indique el proyecto o el que señale la Dirección. Los costos de esta actividad y sus obras complementarias serán pagados por separado.

**D.02c** La reposición de pavimento y/o banqueta deberá ser del material y características que indique el proyecto o señale la Dirección.

**D.02d** La reposición de pavimento y/o banqueta deberá quedar al nivel original o al indicado en el proyecto. Para evitar depresiones, el relleno debe compactarse al grado que indique el proyecto.

**D.02e** Las reposiciones de pavimentos y banquetas que no sean realizadas de acuerdo con los párrafos anteriores (*D.02c* y *D.02d*), deberán ser removidos y vueltos a colocar siendo de la exclusiva responsabilidad del Contratista, el que deberá cubrir a sus expensas todas las operaciones necesarias, así como los materiales colocados.

**D.02f** El corte se realizará con máquina y disco diamante, 3 mm. por 5 cms. de profundidad. Los costos de esta actividad y sus obras complementarias serán pagados por separado.

## **E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

### **E.01 ALCANCES**

**E.01a** Los trabajos de ruptura y reposición de pavimentos y banquetas incluyen todos los materiales, equipo y herramientas, mano de obra especializada y todas las operaciones que deba ejecutar el Contratista para la correcta terminación de éstos trabajos, incluyendo los acarrees del desperdicio a los sitios indicados, y el de los materiales de reposición hasta el mismo sitio de su colocación.

### **E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

**E.02a** La ruptura y reposición de pavimentos, banqueta y guarniciones, se medirán para fines de estimaciones en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con aproximación a una decimal (0.1). Se considera para fines de pago el procedimiento y grado de dificultad para realizar el trabajo, considerando el volumen que resulte de multiplicar el área demolida por el espesor.

**E.02b** Los cortes, se medirán para fines de estimaciones en metro (m).





### **E.03 BASE DE PAGO**

**E.03a** Los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo se pagarán con los precios unitarios que para cada uno de ellos aparece en el catálogo del contrato respectivo, se incluyen en estos precios unitarios los cargos directos, indirectos, el financiamiento y la utilidad del Contratista.



## CAPÍTULO 8.03 RIEGO DE IMPREGNACIÓN

### A. DEFINICIÓN

**A.01** Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación, o bien un asfalto rebajado. La aplicación del riego de impregnación puede omitirse si la capa por construir encima es una carpeta asfáltica con espesor mayor o igual que diez (10) centímetros.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos conceptos de estas Normas se relacionan con este capítulo, mismos que se enlistan en la tabla que aparece a continuación.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
BASES Y SUBBASES DE PAVIMENTO	8.01				
RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS Y BANQUETAS	8.02				
RIEGO DE LIGA	8.04				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE	8.05				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO	8.06				
FRESADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	8.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

### C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de impregnación, serán los indicados en el proyecto y cumplirán con las características establecidas en la norma N-CMT-4-05-001, Calidad de los Materiales Asfálticos, salvo que el proyecto o la Dirección indique otra cosa.



**C.02** No se aceptará el suministro y aplicación de materiales que no cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, ni aún en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de trabajo por el Contratista.

**C.03** Si en la ejecución de esta actividad, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

## **D. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y el almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que pudieran ocasionar deficiencias a la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en la Norma SCT correspondiente a Calidad de Materiales Asfálticos, y sujetándose, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

## **E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la aplicación de riegos de impregnación, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, y conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo debe estar y ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y ser operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente esta actividad hasta que el Contratista corrija dichas deficiencias o lo reemplace con el equipo adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

En la selección del equipo el Contratista considerará lo siguiente:

### **E.01 PETROLIZADORAS**

Las petrolizadoras serán capaces de establecer a temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas; independientemente de la accesibilidad al sitio el Contratista deberá garantizar el cumplimiento de las siguientes condiciones: estar equipadas con odómetro, medidores de presión, dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado y termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque, contar con una bomba y barras de aplicación completas, que puedan ajustarse vertical y lateralmente.

### **E.02 BARREDORAS MECÁNICAS**

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria autopropulsada.

## **F. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

**F.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección,



siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

Además de lo señalado en la Cláusula D. del capítulo Ejecución de Obras de estas Normas para la aplicación de riegos de impregnación se tiene que considerar lo siguiente:

## **F.02 DOSIFICACIÓN DE MATERIALES**

**F.02a** La dosificación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de impregnación, se realizará según lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Dirección.

**F.02b** Si en la ejecución del trabajo, la dosificación del material asfáltico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, se suspenderá inmediatamente esta actividad hasta que el Contratista la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

## **F.03 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán riegos de impregnación en las siguientes condiciones:

**F.03a** Sobre superficies con agua libre o encharcadas.

**F.03b** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**F.03c** Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.

**F.03d** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince

(15) grados Celsius.

**F.03e** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendenciasea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

**F.03f** Cuando se utilicen asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda.

## **F.04 TRABAJOS PREVIOS**

**F.04a** Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Dirección.

**F.04b** Previamente al riego de impregnación, las estructuras de la carretera o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

**F.04c** Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

## **F.05 APLICACIÓN DEL MATERIAL ASFÁLTICO**

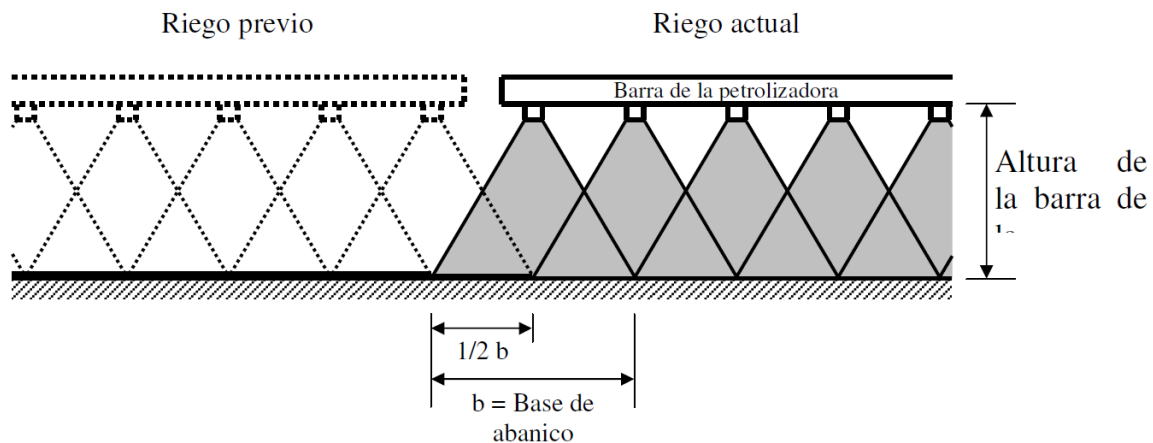


El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, debe ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

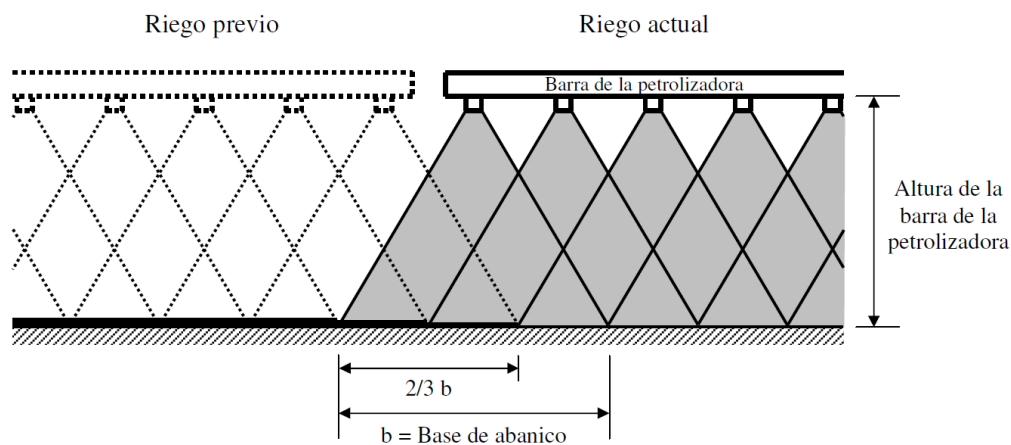
**F.05a** En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tiray al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico.

**F.05b** Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras (2/3) partes de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento triple), como se muestra en la Figura 1 de este Capítulo.

**F.05c** La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio (1/2) o dos tercios (2/3) del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de cubrimiento doble o triple, como se muestra en la Figura 1 de este Capítulo, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto.



### CUBRIMIENTO DOBLE



### CUBRIMIENTO TRIPLE





**F.05d** En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido. Las deficiencias que por esta causa se presenten, deben ser corregidas por cuenta y costo del Contratista.

**F.05e** La cantidad, temperatura, ancho y longitud de aplicación del material asfáltico son responsabilidad del Contratista; sin embargo, la Dirección se reserva el derecho de no recibir el trabajo si éste tiene alguna deficiencia.

**F.05f** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo ordene la Dirección, la penetración del riego de impregnación debe ser mayor o igual a cuatro (4) milímetros.

**F.05g** No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre y el agua o solvente, según sea el caso, se haya eliminado.

**F.05h** La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que la penetración establecida en el proyecto u ordenada por la Dirección se haya producido. Cualquier deterioro que se origine en la capa impregnada por la apertura anticipada al tránsito u otras causas imputables al Contratista, tendrá que ser reparado por su cuenta y costo.

**F.05i** Cuando por causas de fuerza mayor y previa autorización de la Dirección, sea necesario abrir al tránsito una superficie impregnada antes de que ocurra la penetración requerida o si existe exceso de material asfáltico en la superficie y éste no amerita ser removido, el riego de impregnación se cubrirá con arena u otro material de esas características, en la cantidad y con el procedimiento que apruebe la Dirección.

**F.05j** Cuando sobre la superficie a impregnar se va a colocar una carpeta asfáltica, la textura de la capa será abierta y la cantidad de producto asfáltico para la impregnación estará en el rango 1.3 y 1.5 lt/m<sup>2</sup>, o lo que indique el proyecto.

**F.05k** Cuando sobre la superficie a impregnar se va a colocar una losa de concreto hidráulico, la texturade la capa será cerrada y la cantidad de producto asfáltico para la impregnación estará en el rango 0.9 y

1.3 lt/m<sup>2</sup>, o lo que indique el proyecto.

## **F.06 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista la conservación del riego de impregnación hasta que haya sido recibido por la Dirección.

## **G. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

### **G.01 CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Para que un riego de impregnación sea aceptado por la Dirección, éste deberá cumplir con todo lo establecido en este Capítulo.

### **G.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

Cuando la aplicación de los riegos de impregnación se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutados conforme a lo indicado en este Capítulo, a satisfacción de la Dirección, se medirán según lo señalado en la Cláusula E. del capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando en cuenta lo siguiente:

**G.02a** La medición del material asfáltico se hará tomando como unidad el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecidos en el proyecto, con aproximación a la unidad.

**G.02b** A menos que la Dirección indique otra cosa, la medición de la arena o cualquier otro material





utilizado para cubrir el riego de impregnación, se hará tomando como unidad el metro cúbico colocado, determinando el volumen del material en los vehículos de transporte inmediatamente antes de su colocación, verificándolo a partir de la cantidad en litros por metro cuadrado, que sea tendido de acuerdo al establecido en el proyecto u ordenado por la Dirección.

### **G.03 BASE DE PAGO**

Cuando la aplicación de los riegos de impregnación se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidos de acuerdo con lo indicado en el inciso F.02 de este Capítulo, se pagarán de la siguiente manera:

**G.03a** El material asfáltico se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecidos en el proyecto. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o producción del material asfáltico, limpieza del tanque en que se transporte, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas; barrido y limpieza de la superficie sobre la que se aplicará el riego; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapes excesivos; cargas en el depósito del material asfáltico al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego de los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.

**G.03b** A menos que la Dirección indique otra cosa, la arena o cualquier otro material que se haya utilizado para cubrir el riego de impregnación, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Los precios unitarios, incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, instalación y desmantelamiento de la planta, alimentación de la planta, cribados y desperdicios de los cribados, trituración total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarreos locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios, y formación de los almacenamientos; cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; tendido del material; recolección, remoción, depósito en la forma y en el sitio indicado en el proyecto, del material excedente; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.



## CAPÍTULO 8.04 RIEGO DE LIGA

### A. DEFINICION

**A.01** Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido. La aplicación del riego de liga puede omitirse si la carpeta que se construirá encima tiene un espesor mayor o igual de diez (10) centímetros.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE	8.05				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO	8.06				
FRESADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	8.09				

### C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de liga, serán los indicados en el proyecto y cumplirán con las características establecidas en la norma N-CMT-4-05-001, Calidad de los Materiales Asfálticos, salvo que el proyecto o la Dirección indique otra cosa.

**C.02** No se aceptará el suministro y aplicación de materiales que no cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, ni aún en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de trabajo por el Contratista.

**C.03** Si en la ejecución de esta actividad, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.



#### **C.04 MUESTREO DE LOS ASFALTICOS REBAJADOS PARA RIEGO DE LIGA**

Los métodos de prueba, la obtención de las muestras, así como la frecuencia del muestreo, se sujetarán al estipulado en el capítulo Calidad de materiales asfálticos de la SCT.

#### **C.05 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y el almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que pudieran ocasionar deficiencias a la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en la Norma SCT correspondiente a Calidad de Materiales Asfálticos, y sujetándose, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

#### **D. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la aplicación de riegos de impregnación, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, y conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo debe estar y ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y ser operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente esta actividad hasta que el Contratista corrija dichas deficiencias o lo reemplace con el equipo adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

En la selección del equipo el Contratista considerará lo siguiente:

##### **D.01 PETROLIZADORAS**

Las petrolizadoras serán capaces de establecer a temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas; independientemente de la accesibilidad al sitio el Contratista deberá garantizar el cumplimiento de las siguientes condiciones: estar equipadas con odómetro, medidores de presión, dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado y termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque, contar con una bomba y barras de aplicación completas, que puedan ajustarse vertical y lateralmente.

#### **E. REQUISITOS DE EJECUCION**

**E.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

##### **E.02 DOSIFICACIÓN DE MATERIALES**

**E.02a** La dosificación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de liga, se realizará según lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Dirección.

**E.02b** Si en la ejecución del trabajo, la dosificación del material asfáltico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.



### **E.03 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán riegos de liga en las siguientes condiciones:

**E.03a** Sobre superficies con agua libre o encharcadas.

**E.03b** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**E.03c** Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.

**E.03d** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince

(15) grados Celsius.

**E.03e** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendenciasea a la baja; sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente está por arriba de los diez

(10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos decualquier fuente de calor artificial.

### **E.04 TRABAJOS PREVIOS**

**E.04a** Inmediatamente antes de la aplicación del riego de liga, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades yreparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Dirección.

**E.04b** Previamente al riego de liga, las estructuras de la carretera o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

**E.04c** Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

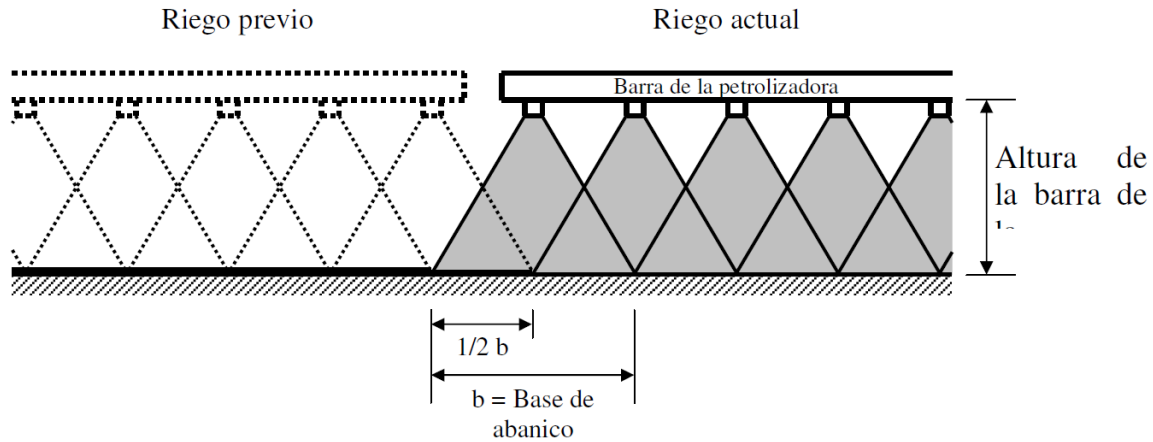
### **E.05 APLICACIÓN DEL MATERIAL ASFÁLTICO**

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección, debe ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

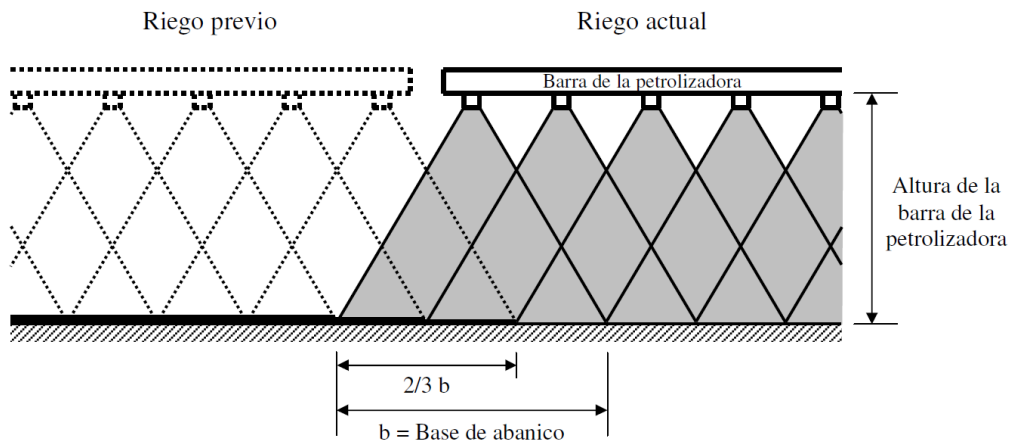
**E.05a** En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tiray al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico.

**E.05b** Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras (2/3) partes de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento triple), como se muestra en la figura 1 de este Capítulo:





### CUBRIMIENTO DOBLE



### CUBRIMIENTO TRIPLE

**FIGURA 1.- Aplicación del material asfáltico**

**E.05c** La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio ( $1/2$ ) o dos tercios ( $2/3$ ) del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de cubrimiento doble o triple, como se muestra en la figura 1 de este Capítulo.

**E.05d** En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido. Las deficiencias que por esta causa se presenten, deben ser corregidas por cuenta y costo del Contratista.

**E.05e** La cantidad, temperatura, ancho y longitud de aplicación del material asfáltico son responsabilidad del Contratista, tomando en cuenta que no se aplicará en tramos mayores de los que puedan ser cubiertos de inmediato con la carpeta asfáltica. La Dirección se reserva el derecho de no recibir el trabajo si este no fue ejecutado correctamente conforme a las especificaciones del proyecto y/o a lo indicado en estas normas.

**E.05f** La superficie cubierta por el riego de liga debe permanecer cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que sea construida la carpeta asfáltica. Cualquier deterioro que se origine en el riego aplicado, por el tránsito de vehículos u otras causas imputables al Contratista, será reparado por su cuenta y costo.

## E.06 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS



Es responsabilidad del Contratista la conservación del riego de liga hasta que haya sido cubierto por la carpeta asfáltica.

## **F. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

### **F.01 ALCANCES**

Los trabajos de riego de liga comprenden lo siguiente:

**F.01a** En trabajos de construcción de pavimentos, el barrido de la base hidráulica impregnada para efectuar una liga adecuada.

**F.01b** En trabajos de reconstrucción de pavimento por medio de sobrecarpetas, en rehabilitación de pavimento por el sistema de fresado y sobrecarpetas, barrido de la superficie del pavimento existente.

**F.01c** Adquisición del producto asfáltico requerido en el proyecto, con mermas y desperdicios.

**F.01d** Aplicación del riego con petrolizadora en la cantidad y en la forma que lo indique el proyecto y la protección a las estructuras o partes de ellas que lo requieran.

**F.01e** Cargas, acarreos, descargas y almacenamiento del producto cuando el volumen de la obra lo amerite.

**F.01f** Todo el equipo, herramientas y personal necesario para la correcta ejecución de estos trabajos de acuerdo con el proyecto o las instrucciones de la Dirección.

**F.01g** Cuando después de aplicado el riego de liga, haya transcurrido un tiempo mayor al especificado sin haber colocado la carpeta asfáltica y que sea necesario hacer una nueva aplicación de este riego, se procederá en la siguiente forma:

- 1) Si la causa de la demora es imputable al Contratista, el nuevo riego será con cargo al mismo.
- 2) Si el tendido de carpeta se demoró por causas imprevistas no imputables al Contratista, la Dirección podrá autorizar la aplicación del nuevo riego.

En ambos casos la Dirección fijará la cantidad de  $\text{lt}/\text{m}^2$  de esta nueva aplicación dependiendo de la cantidad de riego de la liga inicial.

**F.01h** También se incluyen las muestras y pruebas de calidad del producto empleado, de acuerdo con las instrucciones de la Dirección.

### **F.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

**F.02a** Los riegos de liga se medirán tomando como unidad el metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ) para cada tipo de producto asfáltico empleado.

**F.02b** No se medirán los riegos de liga que no cumplan con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Dirección, por causas imputables al Contratista.

### **F.03 BASE DE PAGO**

**F.03a** Los conceptos de trabajo relacionados con este Capítulo se pagarán con el precio unitario que para cada uno de ellos se establezca en el contrato e incluirán los costos directos e indirectos, el financiamiento, así como la utilidad del Contratista.

Cuando la aplicación de los riegos de impregnación se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidos de acuerdo con lo indicado en el inciso F.02 de este Capítulo, se pagarán de la siguiente manera:

**F.03b** El material asfáltico se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecidos en el proyecto. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o producción del material asfáltico, limpieza del tanque en que se transporte, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de



almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapes excesivos; cargas en el depósito del material asfáltico al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego de los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.

**F.03c** A menos que la Dirección indique otra cosa, la arena o cualquier otro material que se haya utilizado para cubrir el riego de impregnación, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Los precios unitarios, incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, instalación y desmantelamiento de la planta, alimentación de la planta, cribados y desperdicios de los cribados, trituración total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarreos locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios, y formación de los almacenamientos; cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; tendido del material; recolección, remoción, depósito en la forma y en el sitio indicado en el proyecto, del material excedente; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.



## **CAPÍTULO 8.05**

### **CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE**

#### **A. DEFINICIÓN**

**A.01** Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente, son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa o continua y cemento asfáltico, modificado o no, en su caso, aditivos y adicionales utilizando calor como vehículo de incorporación para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Las mezclas asfálticas según el procedimiento de mezclado, se pueden clasificar como granulometría densa, semiabierta o abierta y de granulometría discontinua o SMA (Stone Mastic Asphalt)

Las carpetas de granulometría densa generalmente tienen espesores mayores de cuatro (4) centímetros, tienen la función estructural de soportar y transmitir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento y se utiliza en la construcción de carpetas asfálticas de pavimentos en los que se requiere una alta resistencia estructural, o en renivelaciones y refuerzo de pavimentos existentes.

Las carpetas de granulometría semiabierta o abierta, no tienen función estructural y generalmente se construyen sobre una carpeta de granulometría densa, con la finalidad principal de permitir que el agua proveniente de la lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la carpeta, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodadura, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal.

Las carpetas de granulometría discontinua SMA (Stone Mastic Asphalt) normalmente se utilizan para formar capas de rodadura, aunque también pueden utilizarse en capas inferiores en carreteras de alto tránsito. Cuando son usadas como capas de rodadura su finalidad principal es mejorar las condiciones de circulación de los vehículos respecto a una carpeta asfáltica convencional. Al tener una elevada macrotextura se evita que el agua de lluvia forme una película continua sobre la superficie del pavimento, con lo que se incrementa la fricción de las llantas; se minimiza el acuaplaneo; se reduce la cantidad de agua que se proyecta sobre los vehículos adyacentes; se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal y se reduce el ruido hacia el entorno por la fricción entre las llantas y la superficie de rodadura

**A.02** Los cementos asfálticos según su grado de desempeño son aquellos cuyo comportamiento en los pavimentos está definido por las temperaturas máxima y mínima que se esperan en el lugar de su aplicación, por la intensidad del tránsito esperada y por la velocidad de operación de la carretera, a partir de las cuales se asegura un desempeño adecuado para resistir deformaciones, agrietamientos por temperaturas bajas y agrietamiento por fatiga, en condiciones de trabajo que se han correlacionado con pruebas y tratamientos especiales para producir simulaciones de envejecimiento a corto y a largo plazo. Estas pruebas miden propiedades físicas que pueden ser directamente relacionadas, mediante principios de ingeniería, con el comportamiento en obra, y forman parte de los productos del Programa de Investigación de Carreteras desarrollado por la Unión Americana, conocida como la Tecnología SHRP (Strategic Highway Research Program).

**A.03** El grado de desempeño (PG por sus siglas en inglés, Performance Grade) es el rango de temperaturas, máxima a mínima, entre las que un cemento asfáltico convencional o modificado se desempeña satisfactoriamente. El grado de desempeño (PG) permite seleccionar el cemento asfáltico más adecuado para una determinada obra, en función del clima dominante, de la intensidad del tránsito esperada y de la velocidad de operación a que estará sujeta la carretera durante su vida útil.



Un cemento asfáltico clasificado como PG 64-16 tendrá un desempeño satisfactorio cuando trabaje a temperaturas tan altas como sesenta y cuatro (64) grados Celsius y tan bajas como menos dieciséis (-16) grados Celsius. Las temperaturas máximas y mínimas se extienden tanto como sea necesario con incrementos estandarizados de seis (6) grados. Sin embargo, para esta Norma, las temperaturas máximas se consideran entre sesenta y cuatro (64) y ochenta y dos (82) grados Celsius, y solo se considerarán temperaturas mínimas de menos dieciséis (-16) y menos veintidós (-22) grados Celsius.

Con los datos estadísticos del clima de la zona geográfica donde se vaya a realizar la obra, se determinarán las temperaturas mínimas y máximas de dicha zona geográfica, de acuerdo con lo indicado en la norma N-CMT-4-05-004/18 de la SCT.

Los requisitos de calidad del cemento asfáltico que se seleccione según su grado de desempeño (PG) para el clima de la zona donde se construirá la obra, se ajustarán de acuerdo con la intensidad del tránsito esperada en términos del número de ejes equivalentes de ocho coma dos (8,2) toneladas ( $\Sigma L$ ), acumulados durante el periodo de servicio del pavimento y de acuerdo con la velocidad de operación.

## B. REFERENCIAS

**B.01** Son referencia de esta Norma, las normas SCT

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS Y BANQUETAS	8.02				
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
RIEGO DE LIGA	8.04				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO	8.06				
FRESADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	8.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

## C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, cumplirán con lo establecido en las Normas de la SCT N-CMT-4-04, Materiales Pétreos



para Carpetas y Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·001, Calidad de Materiales Asfálticos, N·CMT·4·05·004, Calidad de Materiales Asfálticos según su grado de desempeño (PG) y N·CMT·4·05·003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Dirección.

**C.02** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos del material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Dirección. Si el Contratista propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la consideración de la Dirección para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.

**C.03** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción C.01 de este Capítulo, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista.

**C.04** Si en la ejecución del trabajo, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción C.01 de este Capítulo, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

## **D. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### **D.01 PLANTA DE MEZCLADO**

La mezcla asfáltica se elaborará en plantas mezcladoras que cuenten como mínimo con:

**D.01a** Secador con inclinación ajustable colocado antes de las cribas clasificadoras y con capacidad suficiente para secar una cantidad de material pétreo igual o mayor que la capacidad de producción de la planta.

**D.01b** Un pirógrafo a la salida del secador para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.

**D.01c** Cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres (3) tamaños, con capacidad suficiente para mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla.

**D.01d** Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos durante quince (15) minutos sin ser alimentadas, y divididas en compartimentos para almacenar los materiales pétreos por tamaños. Si la alimentación de las tolvas se realiza con equipo autopropulsado, éste estará equipado con un cucharón cuyo ancho no provoque derrames en compartimentos adyacentes,





para evitar la contaminación del material.

**D.01e** Silo para almacenar y proteger de la humedad a los finos de aportación (filler), con sistema para dosificación ajustable, con operación independiente a la del sistema utilizado para el resto de los materiales pétreos.

**D.01f** Dispositivos que permitan dosificar los materiales pétreos por masa, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Dirección, por volumen. Los dispositivos permitirán un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.

**D.01g** Equipo necesario para calentar el cemento asfáltico en forma controlada, que garantice que éste no se contamine y que esté provisto de un termómetro con rango de veinte (20) a doscientos diez (210) grados Celsius.

**D.01h** Dispositivos que permitan dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento de la mezcla.

**D.01i** En su caso, sistema de dosificación de fibras que permita su incorporación en un punto tal que no se provoque su alteración por la flama en el tambor secador o su pérdida por el flujo de gases dentro del tambor mezclador

**D.01j** Mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.

**D.01k** Dispositivo para recolección y reincorporación de polvo, que impida la pérdida de los finos (material que pasa la malla N°200) y los reincorpore a la mezcla asfáltica, evitando la contaminación ambiental.

## **D.02 PAVIMENTADORAS**

Las pavimentadoras serán autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar la carpeta asfáltica con mezcla en caliente que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y áreas que establezca el proyecto o procedimiento constructivo que apruebe la Dirección. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal, ser calentado en caso necesario y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador. Cuando el proyecto o la Dirección especifique el uso de sensores de control automático de niveles, los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores de niveles, estarán colocados en zonas limpias de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que afecte las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, se podrá permitir al Contratista terminar el tendido del día, mediante el uso del control manual de la pavimentadora; sin embargo, el tendido no se podrá reiniciar en tanto que los controles automáticos funcionen adecuadamente.

Además, se contará con equipos de transferencia para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que los camiones vacíen directamente en las tolvas de éstas, mejorando la homogeneidad del material y su temperatura, así como la uniformidad superficial de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente compacta.

## **D.03 COMPACTADORES**

### **D.03a Compactadores de rodillos metálicos**

Los compactadores de rodillos metálicos serán autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo



de un (1) metro (40”), en todos los casos.

#### **D.03b Compactadores neumáticos**

Los compactadores neumáticos, ya sean remolcados o autopropulsados, tendrán nueve (9) ruedas como mínimo, de igual tamaño, montadas sobre dos ejes unidos a un chasis rígido, equipado con una plataforma o cuerpo que pueda ser lastrado, de forma que la masa total del compactador se distribuya uniformemente en ellas, dispuestas de manera que las llantas del eje trasero cubran, en una pasada, el espacio completo entre las llantas adyacentes en el eje delantero. Las llantas serán lisas, con tamaño mínimo de 7.50-15 de cuatro (4) capas e infladas uniformemente a la presión recomendada por el fabricante, con una tolerancia máxima de treinta y cuatro coma cinco (34.5) kilo pascales (50 lb/plg<sup>2</sup>).

#### **D.03 Barredoras Mecánicas**

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria con filamentos de material adecuado según la superficie por barrer y podrán ser remolcadas o autopropulsadas.

### **E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas del SCT N·CMT·4·04, Materiales Pétreos para Carpetas y Mezclas Asfálticas, N·CMT·4·05·003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras y N·CMT·4·05·004, Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG), Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**E.01** El transporte de la mezcla asfáltica se hará siempre sobre superficies pavimentadas, en vehículos con caja cerrada y protegidos con lonas.

**E.02** La distancia del transporte de la mezcla asfáltica será tal que el tiempo de recorrido no exceda de uno coma cinco (1,5) horas, pero nunca mayor de sesenta (60) kilómetros, la que se reducirá un diez (10) por ciento por cada grado de pendiente ascendente, medida como el desnivel entre la planta de mezclado y el punto de tiro, dividido entre la distancia de transporte. En el tiempo transcurrido, el Contratista garantizará que la mezcla asfáltica llegue a la temperatura adecuada para alcanzar la densificación indicada en el proyecto.

### **F. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

**F.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

#### **F.02 CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se considerará lo señalado en la Cláusula D. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras.

#### **F.03 PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES**



**F.03a** Los materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas asfálticas con mezcla en caliente, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir una mezcla asfáltica homogénea, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la **Dirección**.

**F.03b** El proporcionamiento se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas en caliente, para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la **Dirección**. Este diseño será responsabilidad del Contratista, aplicando el método de diseño que establezca el proyecto o apruebe la **Dirección**.

**F.03c** Si en la ejecución del trabajo, con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos utilizados en la elaboración de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, no se obtiene una mezcla con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la **Dirección**, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

#### **F.04 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas asfálticas con mezcla en caliente:

**F.04a** Sobre superficies con agua libre o encharcada.

**F.04b** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**F.04c** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los quince

(15) grados Celsius.

**F.04d** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas de granulometría densa pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra a una distancia mínima de diez (10) metros lejos de cualquier fuente de calor artificial.

#### **F.05 TRABAJOS PREVIOS**

**F.05a** Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la **Dirección**.

**F.05b** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la **Dirección**, cuando la carpeta se construya sobre unabase, ésta debe estar impregnada de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 8.03 Riego de Impregnación de estas Normas. Es responsabilidad del Contratista establecer el lapso entre la impregnación y el iniciode la construcción de la carpeta.

**F.05c** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la **Dirección**, inmediatamente antes de iniciar el tendido de la carpeta, se aplicará un riego de liga en toda la superficie, de acuerdo con lo indicado el capítulo 8.04 Riego de Liga de estas Normas

**F.05d** Los acarrees de la mezcla hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y por consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones que transportan la mezcla asfáltica, hagan maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillasde una capa recién tendida. En el caso de que por algún motivo esta





situación llegue a suceder, el Contratista reparará los daños causados, por su cuenta y costo.

#### **F.06 ELABORACIÓN DE LA MEZCLA**

**F.06a** El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla es responsabilidad del Contratista, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección y atenderá lo indicado en la Norma Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras de la SCT o dependiendo las especificaciones propias del proyecto.

**F.06b** Si en la ejecución del trabajo, la calidad de la mezcla asfáltica difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

**F.06c** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de mezcla a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material.

#### **F.07 TENDIDO DE LA MEZCLA**

**F.07a** Después de elaborada la mezcla asfáltica, se extenderá y se conformará con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla asfáltica puede tenderse y terminarse a mano.

**F.07b** Para que la mezcla asfáltica pueda ser tendida, ésta no presentará una temperatura mayor a la temperatura de fabricación indicada en el diseño de la mezcla asfáltica, considerando que la consistencia del cemento asfáltico se obtendrá mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-4-05-005, *Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos*.

**F.07c** El Contratista de Obra determinará, mediante la curva Viscosidad-Temperatura del material asfáltico utilizado, las temperaturas mínimas convenientes para el tendido y compactación de la mezcla asfáltica. En el caso de emplear asfalto modificado, el proveedor de éste entregará al Contratista la curva Viscosidad-Temperatura que indique las temperaturas adecuadas de mezclado y compactación para su producto, considerando que la consistencia del cemento asfáltico se obtendrá mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M-MMP-4-05-005, *Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos*.

**F.07d** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora, cuando el proyecto así lo requiera, se utilizará equipo de transferencia.

**F.07e** Cuando el tendido se haga en dos (2) o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, éstas se ligarán con el cemento asfáltico que se utilice en la mezcla o con emulsión de rompimiento rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando pavimentadoras en batería

**F.07f** Cuando se trate de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, se pueden evitar las juntas longitudinales utilizando pavimentadoras en batería. Cuando esto no sea posible, no se utilizarán productos asfálticos para ligar las juntas de dos franjas sucesivas o en la continuación de una franja con otra, debido a la obstrucción que pueden producir al drenaje dentro de la carpeta. Es importante que, por ningún motivo, se obstruya el drenaje interior en cualquier tramo.

**F.07g** En el caso de carpetas de granulometría densa, la cara expuesta de las juntas transversales se recortará aproximadamente a cuarenta y cinco (45) grados antes de iniciar el siguiente tendido, ligando las juntas con cemento asfáltico o con emulsión de fraguado rápido. Si se trata de carpetas



de granulometría semiabierta o abierta, se considerará lo indicado en el Inciso anterior.

**F.07h** En cualquier caso, se tendrá especial cuidado para que el enrasador traslape las juntas de tres (3) a cinco (5) centímetros y que el control del espesor sea ajustado de tal manera que el material quede ligeramente por arriba de la capa previamente tendida, para que al ser compactado, el pavimento quede con los niveles y dentro de las tolerancias establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección.

**F.07i** En el caso de carpetas de granulometría densa, de ser necesario, la mezcla se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar como se indica en la Fracción F.08 de este Capítulo, hasta que se obtengan la sección y el espesor establecidos en el proyecto. Cuando el tendido se haga por capas, la capa sucesiva no se tenderá hasta que la temperatura de la capa anterior sea menor de setenta (70) grados Celsius en su punto medio. El tendido de las carpetas de granulometría semiabierta o abierta se hará en una sola capa.

**F.07j** Cada capa de mezcla asfáltica se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril y no será mayor de diez (10) centímetros de espesor

**F.07k** Durante el tendido de la mezcla, la tolva de descarga de la pavimentadora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido de la mezcla si existe segregación.

**F.07l** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la pavimentadora que presenten residuos de mezcla.

**F.07m** La longitud de tendido de la mezcla es responsabilidad del Contratista, tomando en cuenta que no se tenderán tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato.

**F.07n** En el caso de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, el tiempo de almacenamiento de la mezcla no excederá de treinta (30) minutos, por lo que habrá una coordinación adecuada entre la producción, el transporte y la colocación de la carpeta.

## **F.08 COMPACTACIÓN**

**F.08a** Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, será compactada.

**F.08b** En el caso de carpetas de granulometría densa, la capa extendida se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**F.08c** En el caso de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, la mezcla se compactará mediante dos pasadas con compactadores de rodillo liso metálico estático, con una masa mínima de diez (10) toneladas. Si así lo aprueba la Dirección, se dará solamente una pasada cuando, a su juicio, se detecte un posible fracturamiento del material pétreo.

**F.08d** La compactación se hará longitudinalmente a la carretera, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

**F.08e** El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá para la compactación de capas mayores de cuatro (4) centímetros de espesor, en carpetas de granulometría densa.

**F.08f** La compactación se terminará cuando la mezcla asfáltica tenga una temperatura igual o mayor que la mínima conveniente para la compactación, que haya determinado el Contratista conforme a lo indicado en el Inciso F.07c de este Capítulo y se hayan alcanzado las características de la mezcla indicadas en el Inciso F.08b de esta Norma.

**F.08g** Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la carpeta recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.





**F.08h** Se tendrá cuidado en mantener siempre bien humedecidos los rodillos compactadores para evitar que la mezcla caliente se adhiera y se provoquen imperfecciones en el acabado de la carpeta asfáltica.

### **F.09 ACABADO**

**F.09a** La superficie de la carpeta quedará limpia y presentará una textura y acabado uniformes

**F.09b** Una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona de la última capa de la carpeta de granulometría densa, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será igual que uno coma cinco (1.5) veces el espesor de la carpeta asfáltica, compactándolo con el equipo adecuado. Para ello se utilizará mezcla asfáltica adicional, colocándola inmediatamente después del tendido, o bien directamente con las pavimentadoras si están equipadas para hacerlo.

**F.09c** En el caso de carpetas de granulometría semiabierta o abierta, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona, se verificará que no se haya obstruido el drenaje lateral en ningún tramo. En el caso de que existan obstrucciones, el Contratista las eliminará por su cuenta y costo.

### **F.10 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista la conservación de la carpeta asfáltica hasta que haya sido recibida por la Dirección, cuando la carretera sea operable.

## **G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO, Y BASE DE PAGO**

Además de lo establecido anteriormente en este Capítulo, para que la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción de cada franja de tendido, se considere terminada y sea aceptada por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

### **G.01 CALIDAD DE LOS MATERIALES**

**G.01a** Que los materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos utilizados en la mezcla asfáltica, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción C.01 de este Capítulo.

**G.01b** Que las características de calidad de la mezcla asfáltica cumplan con lo indicado en la Norma N-CMT-4-05-003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras o lo establecido en el proyecto o aprobados por la Dirección.

**G.01c** Que la temperatura de la mezcla asfáltica tendida y compactada, una vez concluido el proceso de compactación, haya sido igual o mayor que la temperatura mínima de compactación determinada mediante la curva *Viscosidad-Temperatura* del material asfáltico utilizado o, en su caso, que haya indicado el proveedor del asfalto modificado

**G.01c** Que el grado de compactación de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente cuando se haya diseñado por el método Marshall, una vez compactada, determinados en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, hayan cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Dirección, considerando que:

1) El número de corazones por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = \frac{L}{50}$$

Donde:

c = Número de corazones por extraer, aproximado a la unidad superior

L = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)



- 2) Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua de los mismos.
- 3) Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla asfáltica utilizada en la carpeta, compactándola y enrasando su superficie con la original de la carpeta.
- 4) Todas las estabilidades que se determinen en los corazones, deberán ser iguales o mayores que la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección.

**G.01d** Que el grado de compactación, la susceptibilidad a la humedad y la susceptibilidad a la deformación permanente de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente cuando se haya diseñado por el método de alto desempeño, una vez compactada, determinados en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, hayan cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Dirección, considerando que:

- 1) Se extraerán seis (6) corazones por cada tramo de un (1) kilómetro o fracción de cada franja, tendida y compactada en una jornada de trabajo.
- 2) Los corazones se extraerán sin dañar la carpeta asfáltica contigua a los mismos.
- 3) Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla asfáltica utilizada en la carpeta, compactándola y enrasando su superficie con la original de la carpeta.
- 4) Todos los grados de compactación, las susceptibilidades a la humedad y las susceptibilidades a la deformación permanente que se determinen en los corazones, estarán dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Dirección.

## **G.02 ÍNDICE DE PERFIL**

Que el índice de perfil de la última capa de la carpeta asfáltica de granulometría densa compactada y construida en un día de trabajo, en un tramo de doscientos (200) metros de longitud o más, sea de catorce

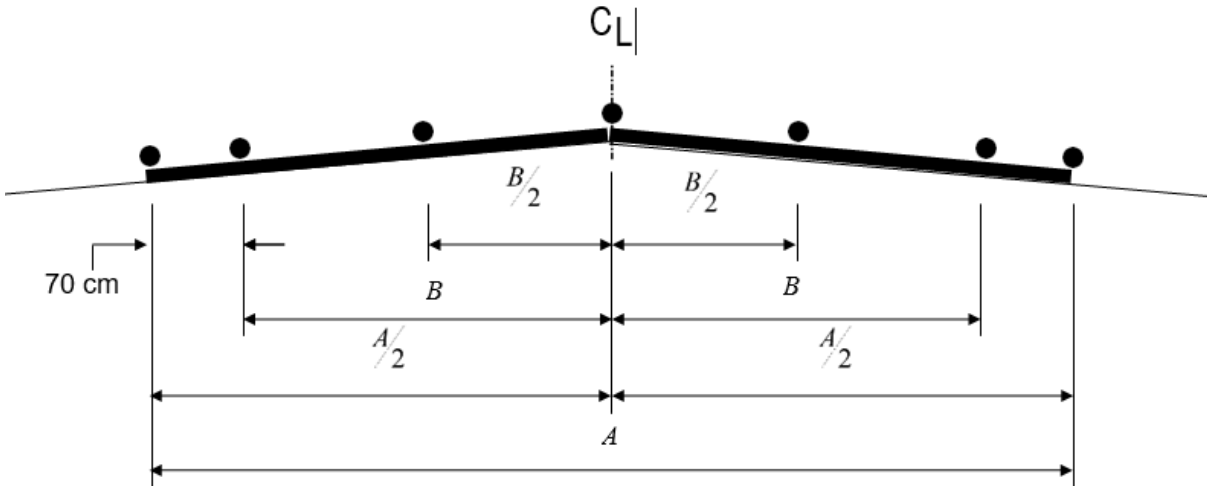
(14) centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. El Contratista hará esta verificación conforme al Manual M-MMP-4-07-002, Índice de Perfil, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la terminación de la compactación, considerando lo que se señala en el punto H.2 de la norma N-CTR-CAR-1-04-006 Carpetas Asfálticas de mezcla caliente o según se indique en proyecto.

## **G.03 LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES**

Que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la carpeta, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:

**G.03a** Previamente a la construcción de la carpeta, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la corona terminada de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia ( $B$ ) igual al semiancho de la corona de la carpeta ( $A/2$ ) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ( $B/2$ ), y en las orillas de la carpeta como se muestra en la figura 1:





**Figura 1. Ubicación de puntos por nivelar**

**G.03b** Una vez compactada la carpeta, verificados sus índices de perfil y en su caso, hechas las correcciones obtenidas con la medición y aceptación del índice de Perfil, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso G.03a determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener las pendientes transversales entre ellos, y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la corona, para verificar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de este Capítulo.

**TABLA 1.- Tolerancias para líneas y pendientes**

CARACTERÍSTICA	Tolerancia
Ancho de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, del eje a la orilla	-1 cm y no mayor que el ancho de proyecto
Pendiente transversal	$\pm 0,5\%$

**G.03c** Si para corregir la superficie de la carpeta se opta por colocar una sobrecarpeta o por cualquier otro procedimiento aprobado por la Dirección, que eleve esa superficie, antes de su ejecución se nivelarán las mismas secciones a que se refiere el Inciso G.03a de este Capítulo, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener los espesores de la carpeta antes de ser corregida.

**G.03d** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.

**G.03e** A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Incisos G.03a, G.03b y G.03c de este Capítulo, según sea el caso, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la carpeta compactada, los que deberán ser iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo construido en un día de trabajo, cumplir con lo establecido en los Incisos G.03f y G.03g. de este Capítulo.

**G.03f** El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, estará comprendido entre noventa y ocho centésimos (0,98) del espesor de proyecto y el espesor de proyecto:

$$\bar{e} \geq 0,98e$$

Donde:

$e$  = Espesor de proyecto, (cm)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), el cual no será mayor que el espesor del proyecto, obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Donde:

$e_i$  = Espesor obtenido en cada determinación, (cm)

$n$  = Número de determinaciones hechas en el tramo

**G.03g** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, deberá ser igual o menor dediez centésimos (0,10) del espesor promedio:

$$\sigma_e \leq 0,10e$$

Donde:

$\sigma_e$  = Desviación estándar correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

$\bar{e}$  ,  $e_i$  y  $n$  tienen el significado indicado en el Inciso anterior.

#### **G.04 RESISTENCIA A LA FRICCIÓN**

**G.04a** Que la superficie de rodamiento de la carpeta asfáltica compactada, tenga un coeficiente a la fricción en condiciones de pavimento mojado, igual o mayor de seis décimas (0,6), y nueve (9) décimas medido de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP·4·07·010, Determinación del Coeficiente de Fricción con Equipo de Rueda Oblicua, a una velocidad de sesenta y cinco (65) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada franja de tendido. La prueba se hará sobre la superficie de rodadura compactada. Para ello, el Contratista dispondrá de un equipo de rueda oblicua que cumpla con el Manual mencionado, debidamente calibrado. La Dirección verificará la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el equipo de rueda oblicua presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la medición en tanto que el Contratista lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo reemplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago tramos que no hayan sido verificados. En su caso, la carpeta asfáltica con mezcla en caliente será corregida considerando lo estipulado en el apartado H.2 de la norma N-CTR-CAR-1-04-006 Carpetas Asfálticas de mezcla caliente o según lo indique la Dirección.

#### **G.05 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en este Capítulo,



a satisfacción de la Dirección, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo, se determinará mediante la siguiente fórmula:





$$V = \frac{L \cdot \bar{e} \cdot \bar{a}}{100}$$

Donde:

$V$  = Volumen de la carpeta asfáltica del tramo, (m<sup>3</sup>)

$L$  = Longitud del tramo, (m)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), obtenido como se indica en el Inciso G.03f de este Capítulo. La Dirección medirá y pagará hasta el volumen máximo de la carpeta asfáltica que resulte cuando el espesor promedio sea igual que el de proyecto más un (1) centímetro.

$\bar{a}$  = Promedio aritmético de los anchos de la carpeta asfáltica, obtenidos con base en las distancias entre el eje y las orillas de la corona, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el G.03 de este Capítulo, (m)

### **G.06 BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en el inciso G.05 de este Capítulo, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta terminada, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, incluyen lo que corresponda por:

**G.06a** Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para la carpeta, así como de los aditivos que en su caso se requieran. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas.

**G.06b** Desmonte y despalde de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.

**G.06c** Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.

**G.06d** Secado del material pétreo; dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos.

**G.06e** Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta.

**G.06f** Cargas en la planta de la mezcla asfáltica al equipo de transporte y transporte al lugar de tendido.

**G.06g** Tendido y compactación de la mezcla asfáltica.

**G.06h** Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.

**G.06i** La conservación de la carpeta asfáltica hasta que sea recibida por la Secretaría.

**G.06j** Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto

### **G.07 ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de las carpetas asfálticas con mezcla en caliente, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas.

### **G.08 RECEPCIÓN DE LA OBRA**



Una vez concluida la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, la **Dirección** la aprobará al término de la obra, cuando la carretera sea operable, la recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula

H. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. del mismo Capítulo.



## CAPÍTULO 8.06 CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO

### A. DEFINICIÓN

**A.01** Las carpetas asfálticas con mezcla en frío, son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa o continua y cemento asfáltico en emulsión, modificado o no, en su caso, aditivos y adiciones, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas carpetas, debido a que generalmente tienen espesores mayores de cuatro (4) centímetros, tienen la función estructural de soportar y transmitir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento. Según su función y su composición granulométrica, las carpetas asfálticas con mezcla en frío pueden ser:

#### **A.01a Carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa**

Es la mezcla en frío, uniforme y homogénea, elaborada con emulsión asfáltica y materiales pétreos, con tamaño nominal entre treinta y siete coma cinco (37,5) milímetros (1 ½ in) y nueve coma cinco (9,5) milímetros (¾ in), que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en la Cláusula D. de la Norma N-CMT-4-04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas. Normalmente se utiliza en los casos en que la intensidad del tránsito ( $\Sigma L$ ) es igual a un (1) millón de ejes equivalentes o menor, en donde no se requiera de una alta resistencia estructural, para la construcción de carpetas asfálticas de pavimentos nuevos y en carpetas para el refuerzo de pavimentos existentes, así como para la reparación de baches.

#### **A1b Carpetas de mortero asfáltico**

Las carpetas de mortero asfáltico no tienen función estructural y son la mezcla en frío, uniforme y homogénea, elaborada con emulsión asfáltica, agua y arena con tamaño máximo de dos coma treinta y seis (2,36) milímetros (N°8), que satisfaga los requisitos de calidad establecidos en la Cláusula F. de la Norma N-CMT-4-04, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas. Normalmente se coloca sobre una base impregnada o una carpeta asfáltica, como capa de rodadura.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Son referencia de esta Norma, las normas, SCT

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS Y BANQUETAS	8.02				
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
RIEGO DE LIGA	8.04				



CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE	8.05				
CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN FRÍO	8.06				
FRESADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	8.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

## C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío, cumplirán con lo establecido en las Normas de la SCT: N-CMT-4-04, Materiales Pétreos para Carpetas y Mezclas Asfálticas, N-CMT-4-05-001, Calidad de Materiales Asfálticos, N-CMT-4-05-002, Calidad de Materiales Asfálticos Modificados y N-CMT-4-05-003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Dirección. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Dirección.

**C.02** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos, del material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Dirección. Si el Contratista propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la consideración de la Dirección para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.

**C.03** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción C.01 de este Capítulo, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista.

**C.04** Si en la ejecución del trabajo, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción C.01 de este Capítulo, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

## D. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o





no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

#### **D.01 PLANTA DE MEZCLADO**

La mezcla asfáltica se elaborará en plantas mezcladoras que cuenten como mínimo con:

**D.01a** Cuando la planta de mezclado sea de producción discontinua o de bachas, ésta llevará Cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres (3) tamaños, con capacidad suficiente para mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla. En el caso de plantas de mezclado de producción continua, la planta contará por lo menos con tres (3) tolvas, una para cada porción de material pétreo que indique el diseño

**D.01b** Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos durante quince (15) minutos sin ser alimentadas, y divididas en compartimentos para almacenar los materiales pétreos por tamaños. Si la alimentación de las tolvas se realiza con equipo autopropulsado, éste estará equipado con un cucharón cuyo ancho no provoque derrames en compartimientos adyacentes, para evitar la contaminación del material.

**D.01c** Silo para almacenar y proteger de la humedad a los finos de aportación (filler), con sistema para dosificación ajustable, con operación independiente a la del sistema utilizado para el resto de los materiales pétreos.

**D.01d** Dispositivos que permitan dosificar los materiales pétreos por masa, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Dirección, por volumen. Los dispositivos permitirán un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.

**D.01e** Dispositivos que permitan dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento de la mezcla.

**D.01f** En su caso, sistema de dosificación de fibras que permita su incorporación en un punto tal que no se provoque su pérdida por el flujo dentro del tambor mezclador.

**D.01g** Mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.

**D.01h** Dispositivo para recolección de polvo, que impida la pérdida de los finos (material que pasa la malla N°200) y los reincorpore a la mezcla asfáltica, evitando la contaminación ambiental

#### **D.02 PAVIMENTADORAS**

Las pavimentadoras serán autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar la carpeta asfáltica con mezcla en frío que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y áreas que establezca el proyecto o procedimiento constructivo que apruebe la Dirección. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal, ser calentado en caso necesario y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador. Cuando el proyecto o la Dirección especifique el uso de sensores de control automático de niveles, los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores de niveles, estarán colocados en zonas limpias de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que afecte las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, se podrá permitir al Contratista terminar el tendido del día, mediante el uso del control manual de la pavimentadora; sin embargo, el tendido no se podrá reiniciar en tanto que los controles





automáticos funcionen adecuadamente.

Además, se contará con equipos de transferencia para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que los camiones vacíen directamente en las tolvas de éstas, mejorando la homogeneidad del material y su temperatura, así como la uniformidad superficial de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente compacta.

### **D.03 MEZCLADORAS/EXTENDEDORAS**

Las mezcladoras/extendedoras móviles para la construcción de carpetas de mortero asfáltico, contarán con:

**D.03a** Tolva capaz de recibir los materiales pétreos directamente de los camiones.

**D.03b** Depósitos para el material fino (filler), el material asfáltico, los aditivos y el agua.

**D.03c** Dispositivos para la dosificación de los materiales. La bomba de presión, así como los dispositivos de medición del material pétreo y del material asfáltico, estarán calibrados adecuadamente y serán revisados periódicamente para que el mortero se elabore con la dosificación adecuada, según la Fracción E.02 de esta Capitulo.

**D.03d** Cámara mezcladora que asegure la correcta incorporación de los materiales para producir un mortero uniforme, que cuente con una compuerta para el control de la descarga. El mecanismo de mezclado será examinado diariamente para detectar desgastes excesivos o un funcionamiento defectuoso.

**D.03e** Barra rociadora para humedecer la superficie por cubrir.

**D.03f** Distribuidor que asegure un flujo continuo y un extendido uniforme en todo el ancho de aplicación.

### **D.04 COMPACTADORES**

#### **D.04a Compactadores de rodillos metálicos**

Los compactadores de rodillos metálicos serán autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un (1) metro (40"), en todos los casos.

#### **D.04b Compactadores neumáticos**

Los compactadores neumáticos, ya sean remolcados o autopropulsados, tendrán nueve (9) ruedas como mínimo, de igual tamaño, montadas sobre dos ejes unidos a un chasis rígido, equipado con una plataforma o cuerpo que pueda ser lastrado, de forma que la masa total del compactador se distribuya uniformemente en ellas, dispuestas de manera que las llantas del eje trasero cubran, en una pasada, el espacio completo entre las llantas adyacentes en el eje delantero. Las llantas serán lisas, con tamaño mínimo de 7.50-15 de cuatro (4) capas e infladas uniformemente a la presión recomendada por el fabricante, con una tolerancia máxima de treinta y cuatro coma cinco (34.5) kilo pascales (50 lb/in<sup>2</sup>).

### **D.05 BARREDORAS MECÁNICAS**

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria con filamentos de material adecuado según la superficie por barrer y podrán ser remolcadas o autopropulsadas.

## **E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas de la SCT: N-CMT-4-04,



Materiales Pétreos para Carpetas y Mezclas Asfálticas, N-CMT-4-05-001, Calidad de Materiales Asfálticos, N-CMT-4-05-002, Calidad de Materiales Asfálticos Modificados y N-CMT-4-05-003, Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

## **F. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

**F.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

### **F.02 CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se considerará lo señalado en la Cláusula D. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas.

### **F.03 PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES**

**F.03a** Los materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas asfálticas con mezcla en frío, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir una mezcla o mortero asfáltico homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**F.03b** El proporcionamiento se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas en frío, para obtenerlas características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección. Este diseño será responsabilidad del Contratista. **Este diseño será responsabilidad del Contratista, aplicando el método de diseño que establezca el proyecto o apruebe la Dirección.**

**F.03c** Si en la ejecución del trabajo, con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos utilizados en la elaboración de la carpeta asfáltica con mezcla en frío, no se obtiene una mezcla o un mortero con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### **F.04 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas asfálticas con mezcla en frío:

**F.04a** Sobre superficies con agua libre o encharcada.

**F.04b** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**F.04c** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los cuatro

(4) grados Celsius.

**F.04d** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los cuatro (4) grados Celsius. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

### **F.05 TRABAJOS PREVIOS**

**F.05a** Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en frío, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles,



exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Dirección.

**F.05b** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Dirección, cuando la carpeta se construya sobre unabase, ésta debe estar impregnada de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 8.03 Riego de Impregnación de estas Normas. Es responsabilidad del Contratista establecer el lapso entre la impregnación y el inicio de la construcción de la carpeta.

**F.05c** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Dirección, inmediatamente antes de iniciar el tendido de la carpeta, se aplicará un riego de liga en toda la superficie, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 8.04 Riego de Liga de estas Normas.

**F.05d** Los acarrees de la mezcla hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y por consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones que transportan la mezcla asfáltica, hagan maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién tendida. En el caso de que por algún motivo esta situación llegue a suceder, el Contratista reparará inmediatamente los daños causados, por su cuenta y costo.

## **F.06 ELABORACIÓN DE LA MEZCLA O DEL MORTERO**

**F.06a** El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla o del mortero, es responsabilidad del Contratista, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla o el mortero cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección y atenderá lo indicado en la Norma N-CMT-4-05-003 Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras de la SCT.

**F.06b** Si en la ejecución del trabajo, la calidad de la mezcla o del mortero asfáltico, difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

**F.06c** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de mezcla a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material.

## **F.07 TENDIDO DE LA MEZCLA O DEL MORTERO**

**F.07a** Después de elaborada la mezcla o el mortero asfáltico, se extenderá y se conformará con una pavimentadora autopropulsada o con una mezcladora/extendedora, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla o el mortero asfáltico puede tenderse y terminarse a mano.

**F.07b** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora o la mezcladora/extendedora. **Cuando el proyecto así lo requiera, se utilizará equipo de transferencia**

**F.07c** Cuando el tendido se haga en dos (2) o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, éstas se ligarán con emulsión de fraguado rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando pavimentadoras o mezcladoras/extendedoras, en batería.

**F.07d** En el caso de carpetas de mezcla asfáltica, la cara expuesta de las juntas transversales se recortará aproximadamente a cuarenta y cinco (45) grados antes de iniciar el siguiente tendido,



ligando las juntas con emulsión de fraguado rápido.

**F.07e** En cualquier caso, se tendrá especial cuidado para que el enrasador traslape las juntas de tres (3) a cinco (5) centímetros y que el control del espesor sea ajustado de tal manera que el material quede ligeramente por arriba de la capa previamente tendida, para que al ser compactado, el pavimento quede con los niveles y dentro de las tolerancias establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección.

**F.07f** En el caso de carpetas de mezcla asfáltica, de ser necesario, la mezcla se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar como se indica en la Fracción F.08 de este Capítulo, hasta que se obtengan la sección y el espesor establecidos en el proyecto. **F.07g** El tendido de las carpetas de mortero asfáltico se hará en una sola capa.

**F.07h** Cada capa de mezcla o de mortero asfáltico se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.

**F.07i** Durante el tendido de la mezcla o del mortero asfáltico, la tolva de descarga de la pavimentadora o de la mezcladora/extendidora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido de la mezcla o del mortero si existe segregación.

**F.07j** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la pavimentadora o de la mezcladora/extendidora que presenten residuos de mezcla o demortero.

**F.07k** La longitud de tendido de la mezcla o del mortero es responsabilidad del Contratista, tomando en cuenta que no se tenderán tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato.

## **F.08 COMPACTACIÓN**

**F.08a** Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, o bien cuando la emulsión haya comenzado a romper, será compactada.

**F.08b** La capa extendida se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**F.08c** La compactación se hará longitudinalmente a la carretera, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

**F.08d** El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá para la compactación de capas mayores de cuatro (4) centímetros de espesor.

**F.08e** Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la carpeta recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.

**F.08f** Se tendrá cuidado en mantener siempre bien humedecidos los rodillos compactadores para evitar que la mezcla fría se adhiera y se provoquen imperfecciones en el acabado de la carpeta asfáltica.

## **F.09 ACABADO**

**F.09a** Una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona de la última capa de las carpetas de mezcla asfáltica, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será igual que uno coma cinco (1.5) veces el espesor de la carpeta asfáltica, compactándolo con el equipo adecuado. Para ello se utilizará mezcla asfáltica adicional, colocándola inmediatamente después del tendido, o bien directamente con las pavimentadoras si están equipadas para hacerlo.





**F.09b** La superficie de la carpeta quedará limpia y presentará una textura y acabado uniformes

## **F.10 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista la conservación de la carpeta asfáltica hasta que haya sido recibida por la Dirección, cuando la carretera sea operable.

## **G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO, Y BASE DE PAGO**

Además de lo establecido anteriormente en este Capítulo, para que la carpeta asfáltica con mezcla en frío de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción de cada franja de tendido, se considere terminada y sea aceptada por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

### **G.01 CALIDAD DE LOS MATERIALES**

**G.01a** Que los materiales pétreos, asfálticos y en su caso, aditivos utilizados en la mezcla o en el mortero asfáltico, cumplan con las características establecidas como se indica en la Fracción C.01 de este Capítulo.

**G.01b** Que las características de la mezcla o del mortero asfáltico cumplan con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**G.01c** Que la estabilidad de la carpeta de mezcla asfáltica, determinada en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Dirección, considerando que:

**1)** El número de corazones por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50$$

Donde:

$c$  = Número de corazones por extraer, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)

**2)** Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua de los mismos.

**3)** Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla asfáltica utilizada en la carpeta, compactándola y enrasando su superficie con la original de la carpeta.

**4)** Todas las estabilidades que se determinen en los corazones, deberán ser iguales o mayores que la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección.

### **G.02 ÍNDICE DE PERFIL**

Que el índice de perfil de la última capa de la carpeta asfáltica de granulometría densa compactada y construida en un día de trabajo, en un tramo de doscientos (200) metros de longitud o más, sea de catorce

(14) centímetros por kilómetro como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. El Contratista hará esta verificación conforme al Manual M·MMP·4·07·002, *Índice de Perfil*, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la terminación de la compactación, considerando lo que se señala en el punto H.2 de la norma N·CTR·CAR·1·04·007 *Carpetas Asfálticas de mezcla fría* o según se indique en proyecto.

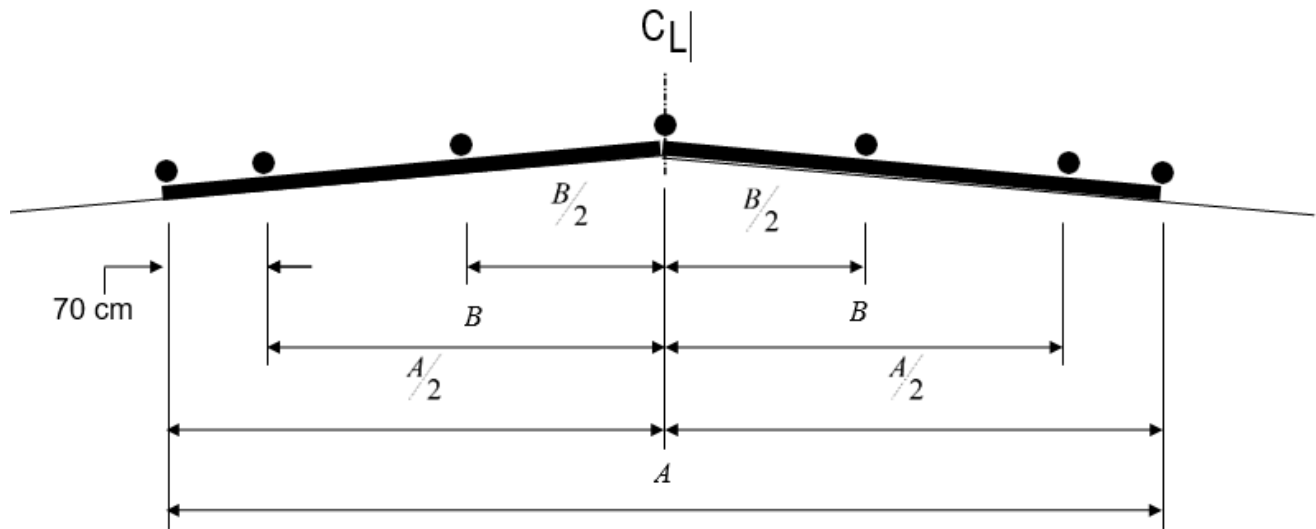
### **G.03 LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES**

Que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la carpeta, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:





**G.03a** Previamente a la construcción de la carpeta, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la corona terminada de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia ( $B$ ) igual al semiancho de la corona de la carpeta ( $A/2$ ) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ( $B/2$ ), y en las orillas de la carpeta, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma, sin considerar las ampliaciones en curvas, ni los carriles de aceleración o desaceleración, las ampliaciones en paraderos o las cuñas de transición en entronques a nivel. Cuando existan estos elementos, en las mismas secciones a cada veinte (20) metros de los carriles principales, adicionalmente se nivelarán los puntos en sus orillas, para el posterior cálculo de las pendientes transversales, como se indica en el Inciso siguiente.



**Figura 2. Ubicación de puntos por nivelar**

**G.03b** Una vez compactada la carpeta, verificados sus índices de perfil y en su caso, hechas las correcciones obtenidas con la medición y aceptación del índice de Perfil, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso G.03a, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener las pendientes transversales entre ellos, y se medirán en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la corona, para verificar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 2 de este Capítulo.

**TABLA 2.- Tolerancias para líneas y pendientes**

CARACTERÍSTICA	Tolerancia
Ancho de la corona, del eje a la orilla	$\pm 1$ cm
Pendiente transversal	$\pm 0.5\%$

**G.03c** Si para corregir la superficie de la carpeta se opta por colocar una sobrecarpeta o por cualquier otro procedimiento aprobado por la Dirección, que eleve esa superficie, antes de su ejecución se nivelarán las mismas secciones a que se refiere el Inciso G.03a de este Capítulo, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener los espesores de la carpeta antes de ser corregida.

**G.03d** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los

niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.

**G.03e** A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Incisos G.03a, G.03b y G.03c de este Capítulo, según sea el caso, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la carpeta compactada, los que deberán ser iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo construido en un día de trabajo, cumplir con lo establecido en los Incisos G.03f y G.03g. de este Capítulo.

**G.03f** El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, estará comprendido entre noventa y ocho centésimos (0,98) del espesor de proyecto y el espesor de proyecto:

$$\bar{e} \geq 0,98e$$

Donde:

$e$  = Espesor de proyecto, (cm)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), el cual no será mayor que el espesor del proyecto, obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Donde:

$e_i$  = Espesor obtenido en cada determinación, (cm)

$n$  = Número de determinaciones hechas en el tramo

**G.03g** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, deberá ser igual o menor de diez centésimos (0,10) del espesor promedio:

$$\sigma_e \leq 0,10e$$

Donde:

$\sigma_e$  = Desviación estándar correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

$\bar{e}$ ,  $e_i$  y  $n$  tienen el significado indicado en el Inciso anterior.

#### **G.04 RESISTENCIA A LA FRICCIÓN**

**G.04a** Que la superficie de rodamiento de la carpeta asfáltica compactada, tenga un coeficiente a la fricción en condiciones de pavimento mojado, igual o mayor de seis décimas (0,6), y nueve (9) décimas medido de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-4-07-010, Determinación del Coeficiente de Fricción con Equipo de Rueda Oblicua, a una velocidad de sesenta y cinco (65) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada franja de tendido. La prueba se hará sobre la superficie de rodadura compactada. Para ello, el Contratista dispondrá de un equipo de rueda oblicua que cumpla con el Manual mencionado, debidamente calibrado. La



Dirección verificará la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el equipo de rueda oblicua presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la medición en tanto que el Contratista lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo reemplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago tramos que no hayan sido verificados. En su caso, la carpeta asfáltica con mezcla en frío será corregida considerando lo estipulado en el apartado H.2 de la norma N-CTR-CAR-1-04-007 Carpetas Asfálticas de mezcla frío o según lo indique la Dirección.

**G.04b** Cuando el coeficiente de fricción de una carpeta asfáltica con mezcla en frío, sea menor de seis décimas (0,6), el Contratista, por su cuenta y costo, corregirá la superficie terminada mediante la colocación de una capa de rodadura de un riego, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-008, Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Frío, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la corona en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples. La corrección también podrá hacerse mediante alguno de los procedimientos considerando lo estipulado en el apartado H.2 de la norma N-CTR-CAR-1-04-007, en cuyo caso, una vez concluida, se determinarán nuevamente el coeficiente de fricción y los índices de perfil de todas las franjas de tendido del subtramo, para comprobar el cumplimiento de lo estipulado tanto en el Inciso anterior como en la Fracción H.2. de dicha Norma.

### **G.05 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en este Capítulo, a satisfacción de la Dirección, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo, se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{L \cdot \bar{e} \cdot \bar{a}}{100}$$

Donde:

V = Volumen de la carpeta asfáltica del tramo, (m<sup>3</sup>)

L = Longitud del tramo, (m)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), obtenido como se indica en el Inciso G.03f de este Capítulo. La Dirección medirá y pagará hasta el volumen máximo de la carpeta asfáltica que resulte cuando el espesor promedio sea igual que el de proyecto más un (1) centímetro.

$\bar{a}$  = Promedio aritmético de los anchos de la carpeta asfáltica, obtenidos con base en las distancias entre el eje y las orillas de la corona, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el G.03 de este Capítulo, (m)

### **G.06 BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula G.05 de este Capítulo, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta terminada, no incluyendo la aplicación del Riego de Liga, este concepto se pagará aparte, como unidad de metro cuadrado, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obra de estas Normas, incluyen lo que corresponda por:

**G.06a** Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para la carpeta, así como de los aditivos que en su caso se requieran. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos



en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas.

**G.06b** Desmante y despalme de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.

**G.06c** Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.

**G.06d** Dosificación y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos.

**G.06e** Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta.

**G.06f** Aplicación del riego de liga según lo indicado en el Capítulo 8.04 Riego de Liga de estas Normas.

**G.06g** Cargas en la planta de la mezcla asfáltica al equipo de transporte o carga de los materiales a la mezcladora/extendidora para la elaboración del mortero asfáltico, y transporte al lugar de tendido.

**G.06h** Tendido y compactación de la mezcla asfáltica o tendido del mortero asfáltico.

**G.06i** Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.

**G.06j** Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto

## **G.07 ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de las carpetas asfálticas con mezcla en frío, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas.

## **G.08 RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en frío, la Dirección la aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, la recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula F.02 del mismo Capítulo.



## CAPÍTULO 8.07 CARPETAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS

### A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Las carpetas por el sistema de riegos son las que se construyen mediante la aplicación de uno o dos riegos de un material asfáltico, intercalados con una, dos o tres capas sucesivas de material pétreo triturado de una composición granulométrica determinada, con el objeto de hacer resistente al derrapamiento y proteger contra el desgaste la superficie de rodamiento.

Las carpetas por el sistema de riegos se clasifican en carpetas de uno, de dos y de tres riegos. Las carpetas de un riego o la última capa de las carpetas de dos o tres riegos, pueden ser premezcladas o no.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE LAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EJECUCIÓN DE OBRAS	1.01				
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
RECUPERACIÓN EN FRÍO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	8.10				

### C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la elaboración de carpetas por el sistema de riegos, serán del tipo y con las características establecidas en el proyecto. Además, los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Dirección.

**C.02** No se aceptará el suministro y colocación de materiales que no cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de trabajo por el Contratista.

**C.03** Si en la ejecución del trabajo, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la misma, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### D. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas por el sistema de riegos, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen





establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, y conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo debe estar y ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y ser

operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista corrija las deficiencias o lo reemplace con el equipo adecuado. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

En la selección del equipo el Contratista considerará lo siguiente:

#### **D.01 ASPERSORES**

Los aspersores serán capaces de establecer a una temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por regar, en anchos variables y en dosificaciones controladas. Estarán adosados a barras de circulación que puedan ajustarse vertical y lateralmente, controladas hidráulicamente para alinear con precisión el riego, con un sistema de compensación hidráulica para el caso de curvas con sobreelevación o diferencial de niveles en la sección transversal, que permita mantener en todo momento paralela la barra de riego a la superficie de aplicación, y equipados con medidores de presión, dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado, termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque, y bomba, con dispositivos de limpieza por inyección de aire, recirculación y calentamiento de barra integrados.

#### **D.02 ESPARCIDORES**

El Contratista contará con el número suficiente de esparcidores para cubrir de inmediato, con los materiales pétreos, todo el riego de material asfáltico recién aplicado. Pueden ser mecánicos autopropulsados, remolcados por camión o bien del tipo de compuerta colocada en la tapa de la caja de los camiones de volteo, que garanticen la aplicación uniforme y en la cantidad adecuada de los materiales pétreos. Estos esparcidores serán calibrados y operados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

#### **D.03 COMPACTADORES**

Los compactadores para capas de rodadura por el sistema de riego, serán ligeros, autopropulsados, reversibles con una masa máxima de cuatro (4) toneladas y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) rodillos neumáticos en dos (2) ejes o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos tándem.

#### **D.04 BARREDORAS MECÁNICAS**

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies serán autopropulsadas o remolcadas, contarán con una escoba rotatoria con el tipo de cerdas adecuado según el material por remover y la superficie por barrer.

### **E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y el almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que pudieran ocasionar deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N-CMT-4-04, Materiales Pétreos para Carpetas y Mezclas Asfálticas y N-CMT-4-05-001, Calidad de Materiales Asfálticos, N-CMT-4-05-002 Calidad de Materiales de Asfálticos Modificados y N-CMT-4-05-004 Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG) de la SCT, y sujetándose, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.



## **F. EJECUCION**

Además de lo señalado en la Cláusula D. del Capítulo 1.01 *Ejecución de Obras*, para la construcción de carpetas por el sistema de riegos se tiene que considerar lo siguiente:

### **F.01 DOSIFICACIÓN DE MATERIALES**

**F.01a** La dosificación de los materiales asfálticos y pétreos que se empleen en la elaboración de la carpeta por el sistema de riegos, se efectuará según lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Dirección.

**F.01b** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Dirección, las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos y/o del material asfáltico, utilizados en la elaboración de la carpeta por el sistema de riegos, difieren de las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista las corrija por su cuenta y costo.

### **F.02 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas por el sistema de riegos en las siguientes condiciones:

**F.02a** Sobre superficies con agua libre o encharcadas.

**F.02b** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**F.02c** Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.

**F.02d** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los quince (15) grados Celsius.

**F.02e** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

### **F.03 TRABAJOS PREVIOS**

**F.03a** Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta por el sistema de riegos, la superficie sobre la que se colocará deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Dirección. Cuando se construya sobre una base, ésta debe estar impregnada de acuerdo con lo indicado en el capítulo 8.03 Riego de Impregnación de esta Norma. Es responsabilidad del Contratista la protección o reparación del riego de impregnación en el lapso entre su aplicación y el inicio de la construcción de la carpeta.

**F.03b** Previamente a la construcción de la carpeta por el sistema de riegos, las estructuras de la carretera o contiguas, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, se protegerán con papel o cualquier otro material que cumpla con la función de proteger, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

**F.03c** Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua antes del riego del material asfáltico, sin embargo, este último no se iniciará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no existan encharcamientos.



#### F.04 APLICACIÓN DEL MATERIAL ASFÁLTICO

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, debe ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

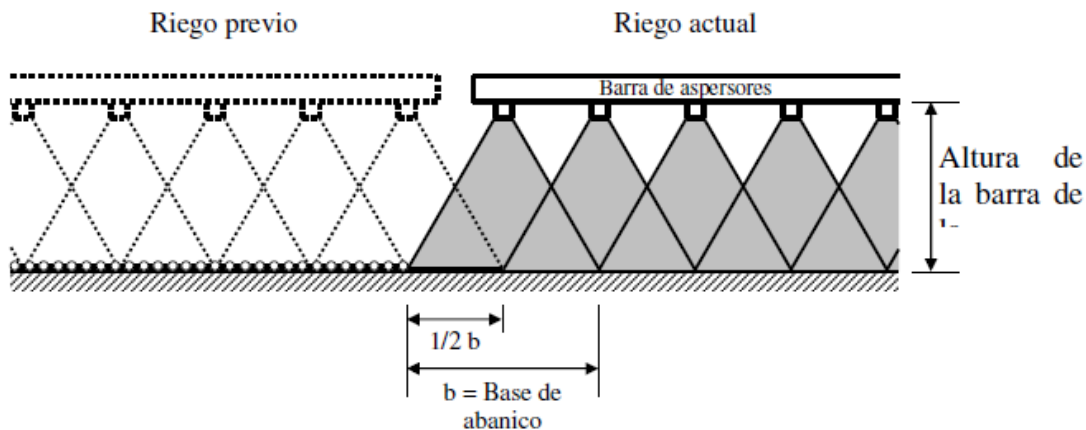
**F.04a** En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel o cualquier otro material que cumpla con la función de proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico.

**F.04b** Se ajustará la altura de la barra de los aspersores para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por un aspersor, cubra hasta la mitad de la base del abanico del aspersor contiguo (*cubrimiento doble*), o que la base del abanico de un aspersor cubra las dos terceras ( $2/3$ ) partes de la base del abanico del aspersor contiguo (*cubrimiento triple*), como se muestra en la Figura 1 de este Capítulo.

**F.04c** La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra en la que previamente se haya construido la carpeta por el sistema de riegos, se hará de tal manera que el nuevo riego de material asfáltico se traslape con el de la franja anterior, en un medio ( $1/2$ ) o dos tercios ( $2/3$ ) del ancho de la base del abanico del aspersor extremo de la barra, según se trate de cubrimiento doble o triple, como se muestra en la Figura 1 de este Capítulo, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto. No se permitirá que el nuevo riego cubra de material asfáltico y se traslape con los materiales pétreos de la franja contigua.

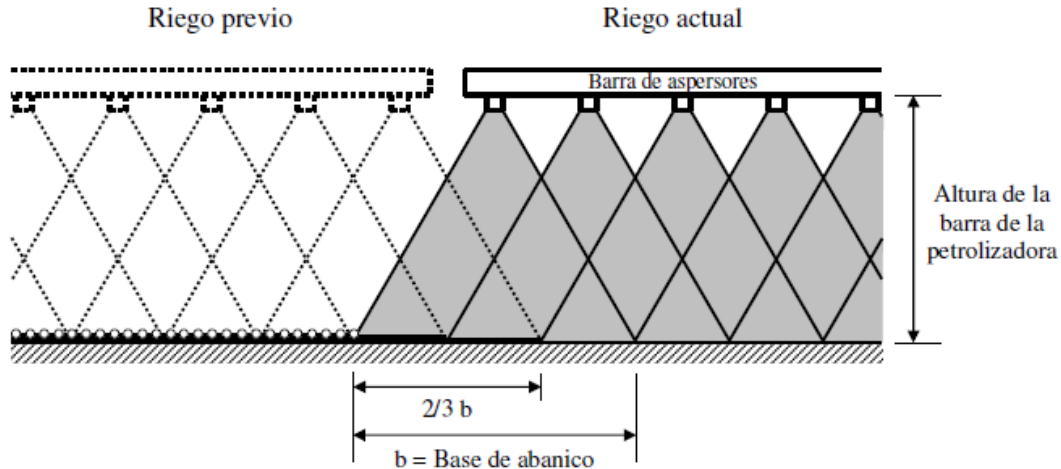
**F.04d** Antes del tendido del material pétreo, el exceso del material asfáltico aplicado será removido de la superficie. Las deficiencias que por esta causa se presenten, deben ser corregidas por cuenta y costo del Contratista.

FIGURA 1.- Aplicación del material asfáltico



**CUBRIMIENTO DOBLE**





### CUBRIMIENTO TRIPLE

**F.04e** La cantidad, temperatura, ancho y longitud de aplicación del material asfáltico son responsabilidad del Contratista, tomando en cuenta que no se aplicará en tramos mayores de los que puedan ser cubiertos de inmediato con material pétreo.

**F.04f** Cuando se trate de una carpeta de un riego o de la última capa de las carpetas de dos o tres riegos, que sea premezclada, el riego de material asfáltico se hará con una dosificación igual a la mitad de la establecida en el proyecto y la otra mitad será premezclada con el material pétreo.

### F.05 TENDIDO DEL MATERIAL PÉTREO

De ser necesario, el día anterior al tendido o al premezclado del material pétreo, éste se puede lavar para eliminar o reducir el polvo que lo cubre y mejorar sus características de adhesión.

Para el tendido del material pétreo, solo o premezclado, se tomará en cuenta lo siguiente:

#### F.05a Carpetas de uno o dos riegos

- 1) Inmediatamente después de la aplicación del material asfáltico y sólo sobre la superficie regada con la dosificación correcta, se tenderá mecánicamente el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos se hará el tendido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones, y se planchará como se indica en la Fracción F.06 de este Capítulo.
- 2) En su caso, en la aplicación del último riego, se atenderán los criterios señalados en la Fracción F.04 y en el Párrafo F.05a párrafo 1) de esta Norma. Entre la aplicación del último riego de material asfáltico y la terminación de la capa correspondiente al material pétreo del riego precedente, es conveniente un lapso no menor de cuatro (4) días.
- 3) En ningún caso se aceptarán traslapes excesivos, zonas rayadas o no cubiertas. Cuando la aplicación de los materiales pétreos no sea la adecuada, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista realice los ajustes necesarios para obtener una superficie con la calidad y acabados establecidos en el proyecto. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

#### F.05b Carpetas de tres riegos

- 1) Sobre la superficie preparada a que se refiere el Inciso F.03a de este Capítulo, se tenderá mecánicamente el material pétreo del primer riego, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad



adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos se hará el tendido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.

- 2) Inmediatamente después de tendido y rastreado el material pétreo del primer riego, se cubrirá con el material asfáltico conforme a lo indicado en la Fracción F.04 de este Capítulo, cuidando que todo el ancho de la franja de material pétreo sea cubierto con la dosificación correcta de material asfáltico, sin excederse más allá de la mitad de la base del abanico del aspersor, de la orilla interior de la capa de material pétreo. Este riego se cubrirá inmediatamente con la segunda capa de material pétreo, como se indica en el siguiente Párrafo.
- 3) En el tendido de los materiales pétreos de los riegos subsecuentes, se atenderán los criterios señalados en el Inciso F.05a de este Capítulo.

#### **F.06 PLANCHADO DEL MATERIAL PÉTREO**

Inmediatamente después de tendido y rastreado el material pétreo de carpetas de uno o dos riegos, como se indica en el Inciso G.05a de este Capítulo, y con el propósito de que quede embebido en el material asfáltico, se acomodará mediante un planchado con un compactador ligero de rodillos metálicos, que se ejecute longitudinalmente, de las orillas de la carpeta hacia su centro en las tangentes y en las curvas, desu lado interior al exterior, efectuando un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada, siempre a una velocidad lo suficientemente lenta para prevenir que se desplace o levante el material pétreo y evitando su deterioro o trituración por exceso de pasadas o por el uso de compactadores demasiado pesados. El planchado se completará el mismo día de la aplicación del material pétreo, terminándolo cuando haya roto la emulsión asfáltica o fraguado el asfalto rebajado. En el caso de las carpetas de tres riegos se procederá de la misma manera, con la excepción de que el primer planchado se ejecutará una vez que, sobre la primera capa de material pétreo, se hayan aplicado el primer riego de material asfáltico y la segunda capa de material pétreo.

#### **F.07 TERMINADO**

Una vez concluido el planchado de la última capa de la carpeta por el sistema de riegos y transcurrido un tiempo no menor de tres (3) días, durante el cual la carpeta estará cerrada a todo tipo de tránsito, o cuando la Dirección juzgue que el material asfáltico tiene la consistencia adecuada que evite el desprendimiento excesivo del material pétreo, todo el material que no se haya adherido se recolectará dejando la superficie libre de material suelto, depositándolo en la forma y en el sitio indicados en el proyecto, donde quedará a disposición de la Dirección.

#### **F.08 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista la conservación de la carpeta por el sistema de riegos hasta que haya sido recibida por la Dirección, considerando que solo se podrá recibir hasta que estén terminados todos los riegos parciales que integren la carpeta.

#### **G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en este Capítulo, para que una carpeta por el sistema de riegos sea aceptada por la Dirección, se verificará que:

**G.01** Las dosificaciones de los diferentes materiales empleados correspondan a las indicadas en el proyecto o a las que haya aprobado la Dirección.

**G.02** El acabado final de la superficie de rodamiento no presente deformaciones, afloramiento del material asfáltico, pérdida sensible de material pétreo o cualquier defecto que afecte la calidad y/o buen comportamiento de las carpetas construidas por este método.





**G.03** El ancho de la carpeta sea el establecido en el proyecto, con una tolerancia del eje a la orilla de más menos cinco ( $\pm 5$ ) centímetros.

## **H. MEDICIÓN**

Cuando la construcción de carpetas por el sistema de riegos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutadas conforme a lo indicado en este Capítulo, a satisfacción de la Dirección, se medirán según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cuadrado de carpeta construida según su tipo, con aproximación a la unidad inmediata superior y para cada banco de material pétreo en particular.

## **I. BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de carpetas por el sistema de riegos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidas de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de este Capítulo, se pagarán, según su tipo y para cada banco en particular, al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado. Estos precios unitarios, conforme con lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01, Ejecución de Obras de estas Normas, incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o producción del material asfáltico, limpieza del tanque en que se transporte, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas; desmonte y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, instalación y desmantelamiento de la planta, alimentación de la planta, cribados y desperdicios de los cribados, trituración total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos; barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapes excesivos; cargas en el depósito del material asfáltico y en los almacenamientos de los materiales pétreos al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización y/o riego; aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto y, en su caso, su premezclado con el material pétreo; tendido y planchado de los materiales pétreos; rastreos; recolección, remoción, depósito en la forma y en el sitio indicados en el proyecto, del material pétreo excedente; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego de todos los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.

## **J. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de las carpetas construidas por el sistema de riegos, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. del Capítulo 1.01, *Ejecución de Obras*.

## **K. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la construcción de la carpeta, la Dirección la recibirá conforme con lo señalado en la Cláusula H. del Capítulo 1.01, Ejecución de Obras de estas Normas, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. del mismo Capítulo.



## CAPÍTULO 8.08 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

### A. DEFINICIÓN

**A.01** La estabilización es el procedimiento físico o químico mediante el cual se modifican las propiedades físicas o químicas de un suelo, mejorando su comportamiento mecánico o hidráulico. Existen diferentes tipos de estabilización para mejoramiento de las terracerías y capas de pavimento. Los diferentes tipos de estabilización son:

**A.01a** Estabilización mecánica: es la modificación de las propiedades físicas de un suelo mediante la densificación con el uso de equipo mecánico logrando el incremento del peso volumétrico medido por el grado de compactación.

**A.01b** Estabilización volumétrica: es la modificación de las propiedades físicas de un suelo mediante la mezcla de dos o más materiales.

**A.01c** Estabilización química: es la modificación de las propiedades físicas y/o químicas de un suelo mediante la incorporación de un producto que modifica una o más propiedades, mejorando su comportamiento mecánico o hidráulico.

Los estudios necesarios para determinar el tipo de estabilización a utilizar, se deben realizar durante la etapa de proyecto.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE LAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
BASES Y SUBBASES DE PAVIMENTO	8.01				
TERRACERÍAS		9			
MANUAL DE MESTREO Y PRUEBAS			SCT		

### C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la construcción de capas estabilizadas, cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales de la SCT, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Dirección. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Dirección.

**C.02** Cuando sea necesario mezclar dos o más materiales pétreos, se mezclarán con las



proporciones necesarias y el procedimiento adecuado para obtener un material uniforme y homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**C.03** Si en la ejecución del trabajo, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción C.01 de este Capítulo, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

**C.04** Para proceder a la colocación de la siguiente capa, se debe verificar que la capa estabilizada cumple con todas las especificaciones.

**C.05** Los productos utilizados para la estabilización química son:

- Cal hidratada
- Cemento Pórtland
- Productos asfálticos
- Materiales puzolánicos
- Cloruros
- Polímeros
- Enzimas orgánicas
- Minerales Naturales o Sintéticos
- Cualquier otro material autorizado por la Dirección

## **D. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la construcción de capas estabilizadas, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista corrija las deficiencias. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### **D.01 PLANTA DE MEZCLADO**

La planta de mezclado será del tipo amasado o *pugmill*, de tambor rotatorio o bien de mezclado continuo, capaz de producir una mezcla homogénea. Estará equipada con tolvas para almacenar el material por estabilizar; silos o tanques que permitan almacenar el producto estabilizador y el agua cuando se requiera, protegidos de la lluvia y del polvo; dispositivos para dosificar, por masa o por volumen, los materiales, el producto estabilizador y el agua, con aditamentos que permitan un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento; cámara de mezclado provista de rotor con aspas y con espreas para añadir el agua o el producto estabilizador cuando éste sea líquido, con compuerta de descarga al equipo de transporte.

### **D.02 ESTABILIZADORAS**

Las estabilizadoras serán autopropulsadas, capaces de mezclar uniformemente los materiales con el producto estabilizador y el agua que en su caso se requiera. Tendrán una cámara o tolva de mezclado, provista de tornillo sinfín o de rotor con aspas y espreas para añadir el agua necesaria y el producto estabilizador cuando éste sea líquido. Contarán con dispositivos de ajuste para controlar el espesor y el ancho de la capa.



### **D.03 MOTOCONFORMADORAS**

Cuando se utilicen motoconformadoras, éstas serán autopropulsadas, con cuchillas. Este equipo no se utilizará en aquellos casos en los que el proyecto lo especifique.

### **D.04 EXTENDEADORAS**

Las extendedoras serán autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar la capa que se tiende, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la capa, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora del material con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparte el material uniformemente frente al enrasador; y sensores de control automático de niveles.

### **D.05 COMPACTADORES**

Los compactadores serán autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos: neumáticos, rejilla y pata de cabra en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un (1) metro (40”), en todos los casos.

En los casos en que no se pueda usar equipo pesado se autoriza usar equipo ligero. El equipo ligero que se puede utilizar es: planchuela, pisón neumático, compactador de impacto, rodillos ligeros del tipo sencillo otándem.

## **E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales de la SCT. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

## **F. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

**F.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

### **F.02 CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la construcción de capas estabilizadas se considerará lo señalado en la Cláusula D. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas.

### **F.03 MEZCLADO DEL MATERIAL**

El material por estabilizar, el producto estabilizador y, en su caso, el agua, se mezclarán con el proporcionamiento indicado en el proyecto u ordenados por la Dirección, para producir un material homogéneo, mediante uno de los siguientes procedimientos:

### **F.04 MEZCLADO EN PLANTA**

**F.04a** En plantas del tipo pugmill o de tambor rotatorio, la dosificación de los materiales se





hace pormasa.

**F.04b** En mezcladoras de tipo continuo, la dosificación de los materiales puede hacerse por masa o por volumen.

**F.04c** Una vez que se le hayan incorporado todos los componentes, la mezcla se transportará al sitio de colocación, de forma que no se altere, para que pueda ser extendida y compactada.

## **F.05 MEZCLADO EN EL LUGAR**

### **F.05a Mezclado con motoconformadora**

Para realizar la mezcla de dos o más materiales (Estabilización volumétrica) se puede usar la motoconformadora para homogenizar, extender y conformar. Cuando se realice una estabilización química, no se debe de utilizar la motoconformadora; en éstos casos se debe de usar rastras o una estabilizadora. Salvo que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Dirección, no se permitirá el uso de motoconformadora para el mezclado del material con el producto estabilizador y con el agua. "El Contratista deberá garantizar la calidad indicada en el proyecto pudiendo utilizar motoconformadora, bajo su responsabilidad de la eficiencia del mezclado ya que lo recomendado es utilizar rastras o estabilizadoras, salvo que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe en la Dirección, el Contratista debe investigar (hacer estudios) para garantizar cbr, límites, contracción"

### **F.05b Mezclado con estabilizadora**

- 1) El material por estabilizar se tenderá en el lugar de la obra. En el caso de mezclas de dos o más materiales pétreos, se tenderán una vez mezclados y homogeneizados, con las proporciones necesarias para obtener un material por estabilizar con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.
- 2) Se mezclará el material tendido con la estabilizadora, incorporando y distribuyendo el producto estabilizador hasta obtener una mezcla uniforme.
- 3) La estabilizadora será capaz de tratar todo el material tendido. En caso necesario, el material, el producto estabilizador y, en su caso, el agua se mezclarán y extenderán en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de mezclar y compactar al grado indicado en el proyecto o que apruebe la Dirección.
- 4) La estabilización para formar la subrasante construida mejorando la última capa de la terracería, se iniciará escarificando ésta hasta la profundidad indicada en el proyecto. El material obtenido se disgregará hasta el tamaño máximo fijado en el proyecto o aprobado por la Dirección, y se eliminarán las partículas de tamaños mayores; se tenderá, se mezclará con el producto estabilizador y, en su caso, con el agua, como se indica en el Párrafo 2) del inciso E.04b de este Capítulo.

## **F.06 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

No se construirán capas estabilizadas cuando exista amenaza de lluvia, esté lloviendo y cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco (5) grados Celsius, tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial. Los trabajos se suspenderán en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas. Se tomarán en cuenta las recomendaciones que proporcione el fabricante del producto estabilizador.

## **F.07 TRABAJOS PREVIOS**

**F.07a** Inmediatamente antes de iniciar la construcción de una capa estabilizada, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Dirección.

**F.07b** Los acarreo de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el





tránsito sobre la superficie donde se construirá la capa estabilizada, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

#### **F.08 TENDIDO Y CONFORMACIÓN**

**F.08a** Si el mezclado se hace en el lugar con estabilizadora, como se indica en el Inciso 2 de la fracción E.04b de este Capítulo, la mezcla quedará tendida y lista para ser compactada. Si la mezcla es elaborada en planta, se extenderá en todo el ancho de la corona empleando el equipo adecuado, de manera que se obtenga una capa de espesor uniforme.

**F.08b** La mezcla se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado en el proyecto o aprobado por la Dirección. Una vez compactada la última capa, como se indica en el párrafo E.08 de este Capítulo, se tendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto.

**F.08c** Cualquiera que sea el método utilizado para extender el material deberá evitar la segregación de los materiales; si ésta ocurre, el Contratista remezclará los componentes por su cuenta y costo.

#### **F.09 COMPACTACIÓN**

**F.09a** La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto o el que apruebe la Dirección.

**F.09b** La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

**F.09c** A menos que la Dirección apruebe lo contrario y salvo que la estabilización se realice con un material asfáltico, la capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.

#### **F.10 CURADO**

Si el producto estabilizador utilizado requiere de curado o alguna otra actividad adicional posterior a la compactación, se llevará a cabo según lo indique el proyecto o apruebe la Dirección.

El tiempo de curado necesario para una capa estabilizada con cal será como mínimo de 3 días, tiempo en el cual deberá permanecer con humedad óptima y acamellonado

#### **F.11 PROTECCIÓN DE LA CAPA ESTABILIZADA**

Una vez concluida la compactación de la capa estabilizada, es recomendable que ésta se proteja para evitar el tránsito durante su curado o, cuando se usen materiales asfálticos, hasta que estos rompan o fragüen.

#### **F.12 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista la conservación de la capa estabilizada hasta que haya sido recibida por la Dirección, cuando la carretera y/o vialidad sea operable.

### **G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en este Capítulo, para que la capa estabilizada sea aceptada por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

#### **G.01 CALIDAD DE LOS MATERIALES ESTABILIZADOS**

**G.01a** Que los materiales, solos y después de mezclados cuando procedan de dos o más bancos diferentes, así como los productos estabilizadores, cumplan con las características establecidas



como se indica en la Fracción C.01 de este Capítulo.

**G.01b** Que los materiales estabilizados hayan sido mezclados conforme al proporcionamiento indicado en el proyecto, como se indica en la Fracción E.02 de este Capítulo. Esta verificación se hará mediante el procedimiento que, en cada caso, establezca el proyecto.

### **G.02 LÍNEAS Y NIVELES**

Que el alineamiento, perfil y sección de la capa estabilizada, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de este Capítulo, para lo que se ejecutarán los siguientes levantamientos topográficos:



**TABLA 1.- Tolerancias para líneas y niveles**

Unidades en cm

Capa estabilizada	Tolerancias	
	Nivel de la superficie en cada punto nivelado, respecto al de proyecto	Ancho de la corona, deleje a la orilla
<b>SUBRASANTE</b>	± 2,0	+ 10
<b>Revestimiento</b>	± 1,5	± 5
<b>Subbase*</b>	± 1,5	+ 5
<b>Bas e</b>	± 1,0	+ 5

\* En el caso de subbases para pavimentos de concreto hidráulico, deberán cumplir con las tolerancias para bases indicadas en esta Tabla.

**G.02a** Previamente a la construcción de la capa estabilizada, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la corona terminada de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia igual al semiancho de la corona de la capa estabilizada menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje, y en las orillas de la corona.

**G.02b** Una vez compactada la capa estabilizada, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el inciso anterior, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados, y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la corona de la capa estabilizada, para verificar que esos niveles y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de este Capítulo.

**G.02c** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.

### **G.03 COMPACTACIÓN**

**G.03a** Que la compactación de la capa estabilizada cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Dirección.

Las calas para realizar los trabajos de control de calidad, se ubicarán al centro, izquierda y derecha, a la distancia señalada en este párrafo. Éstas estarán ubicadas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M.CAL 1.02 Criterios estadísticos de muestreo de la SCT, el número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L / 20$$

Donde:

$c$  = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)

**G.03b** Cuando se realicen calas para verificaciones de calidad, éstas estarán ubicadas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M.CAL 1.02 Criterios estadísticos de muestreo de la SCT, el número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50 \text{ Con un mínimo de 3.}$$

Donde:

$c$  = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)

**G.03c** Las calas se ejecutarán sin dañar la parte contigua de las mismas.

**G.03d** Todos los grados de compactación que se determinen en las calas, para ser aceptados, deberán estar dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Dirección.

**G.03e** Tan pronto se concluya la verificación, se rellenarán los huecos con el mismo material usado en la capa estabilizada, compactándolo hasta obtener el grado fijado en el proyecto o aprobado por la Dirección y enrasando su superficie con la original de la capa estabilizada si es de revestimiento.

## H. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

### H.01 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Cuando la construcción de capas estabilizadas se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en este Capítulo, a satisfacción de la Dirección, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando en cuenta lo siguiente:

**H.01a** Las capas estabilizadas se medirán tomando como unidad el metro cúbico de capa estabilizada compactada, según su tipo, para cada grado de compactación y cada banco en particular o grupo de bancos cuyos materiales hayan sido mezclados, con aproximación a la unidad. El volumen se calculará con base en los levantamientos topográficos a que se refiere la Fracción G.02 de este Capítulo, aplicando el método de promedio de áreas extremas.

### H.02 BASE DE PAGO

Cuando la construcción de capas estabilizadas se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula H.01 de este Capítulo, se pagará de la siguiente manera:

**H.02a** Las capas estabilizadas se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de capa estabilizada y compactada, según su tipo, para cada grado de compactación y cada banco en particular o grupo de bancos. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas., incluyen lo que corresponda por:

- 1) Escarificación, disgregado, marreo y secado de la terracería.
- 2) Separación y recolección de los desperdicios.
- 3) Operaciones de mezclado, tendido y compactación al grado fijado en el proyecto o aprobado por la Dirección.
- 4) Escarificación de la superficie compactada para recibir una nueva capa.
- 5) Afinamiento para dar el acabado superficial.
- 6) Curado o cualquier otro tratamiento que requiera la capa estabilizada compactada, incluyendo los materiales o productos necesarios para ello. Se establece el tiempo (estándar de agua (curado) de 3 días) o salvo que lo indique el proyecto.
- 7) La conservación de la capa estabilizada hasta que sea recibida por la Dirección.
- 8) Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

### H.02b Estimación y Pago

La estimación y pago de las capas estabilizadas, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la





Cláusula G. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas.

**H.02c Recepción de la Obra**

Una vez concluida la construcción de la capa estabilizada, la Dirección la aprobará y al término de la obra, cuando la carretera y/o vialidad sea operable, la recibirá conforme con lo señalado en la Cláusula H. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. del mismo Capítulo.

**H.02d** Todos los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo se pagarán con los precios unitarios establecidos en el contrato respectivo para cada uno de ellos, los que incluyen los costos directos, indirectos para su realización, el financiamiento, así como la utilidad del Contratista.



## CAPÍTULO 8.09 FRESADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

### A. DEFINICIÓN

**A.01** Es el conjunto de actividades que se realizan con una máquina fresadora (perfiladora) para eliminar las deformaciones superficiales, o para retirar capas asfálticas o del pavimento deterioradas a la profundidad, ancho y sección requeridas en el sitio, producidas por una construcción deficiente de la capa de rodadura o bien por la acción del tránsito, a fin de mejorar las características de comodidad y la fricción de la capa de rodadura.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE LAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EJECUCIÓN DE OBRAS	1.01				
SEÑALIZACIÓN	2.07				
EXCAVACIÓN EN CAJA	3.02				
ACARREOS	3.06				
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
RIEGO DE LIGA	8.04				
CARPETA ASFÁLTICA CON MEZCLA EN CALIENTE	8.05				
CARPETA ASFÁLTICA CON MEZCLA EN FRÍO	8.06				

### C. EQUIPO

El equipo que se utilice para el fresado de la capa de rodadura, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o señalada por la Dirección, en cantidad suficiente para fresar

la superficie establecida en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación o la que indique la Dirección, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren los trabajos y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputable al Contratista.

### **C.01 EQUIPO DE FRESADO**

Las fresadoras que se utilicen será autopropulsadas, con la masa suficiente para producir un fresado uniforme. Sus dimensiones serán tales que no obstruyan la operación de los carriles adyacentes al fresado. Contarán con:

- Cabeza de corte con ancho mínimo de cero punto nueve (0.9) metros y de preferencia del ancho del carril, capaz de controlar la profundidad del fresado o generar un plano de corte geométricamente igual al de proyecto, mediante el uso de controles electrónicos.
- Discos de corte montados en la cabeza de corte, con dientes de carburo o diamantados, en cantidad tal que produzcan un patrón de corte fino con espaciamiento no mayor de un (1) centímetro (3/8”), con capacidad para cortar la carpeta asfáltica hasta cinco (5) centímetros de profundidad.
- Cilindros hidráulicos para mantener constante la presión sobre la cabeza de corte.
- Dispositivos para controlar su alineación, detectar variaciones en el nivel de la superficie de la capa de rodadura y ajustar automáticamente la cabeza de corte para producir una superficie nivelada, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la Dirección.
- Dispositivo integral de enfriamiento mediante agua.
- Banda elevadora para cargar el producto del corte directamente al equipo de transporte.

### **C.02 CAMIÓN CISTERNA**

Para el suministro de agua a la fresadora, con capacidad suficiente para eliminar las paradas del equipo en el proceso de trabajo.

### **C.03 CAMIONES DE VOLTEO**

Para recibir el producto del fresado y transportarlo al banco de desperdicios.

## **D. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales producto del fresado son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de forma tal que no contaminen. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los residuos producto del fresado se cargarán y transportarán al banco de desperdicios que establezca el proyecto o apruebe la Dirección, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.

## **E. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

### **E.01 CONSIDERACIONES GENERALES**

**E.01a** Para el fresado de la capa asfáltica de rodadura se considerará lo señalado en la Cláusula D. del Capítulo 1.01 Ejecución de obras de estas Normas.

**E.01b** En tramos en operación, el fresado de la capa asfáltica de rodadura se efectuará en los



horarios dentro de los cuales la afectación al tránsito sea mínima. Los horarios de trabajo serán los establecidos en las bases de licitación o los aprobados por la Dirección.

## **E.02 TRABAJOS PREVIOS**

### **E.02a** Señalamientos y dispositivos de seguridad

Antes de iniciar los trabajos de fresado de la capa asfáltica de rodadura, el Contratista instalará las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme al Capítulo 2.07 Señalización de estas Normas y contará con los bandereros que se requieran, tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. del Capítulo 1.01 Ejecución de obras. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de fresado mientras no se cumpla con lo establecido en este inciso. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### **E.02b** Delimitación del área por fresar

Sobre la superficie de la capa de rodadura, se delimitarán los tramos por fresar que señale el proyecto o la Dirección.

### **E.02c** Precauciones durante la obra

El fresado se realizará de tal forma que no se dañen las cunetas u otras obras de drenaje, las guarniciones, zonas de la capa de rodadura fuera del área de fresado y cualquier otra estructura. Cuando el proyecto o la Dirección indiquen que el fresado no se realice sobre los elementos del señalamiento horizontal, la distancia entre el límite del fresado y las rayas o vialitas, no será menor de ocho (8) centímetros.

## **E.03 FRESADO**

**E.03a** El fresado podrá realizarse para obtener una superficie de la capa de rodadura conforme a un proyecto geométrico o simplemente para mejorar la resistencia a la fricción.

**E.03b** A menos que el proyecto o la Dirección indiquen otra cosa, el fresado siempre se hará paralelamente al eje de la carretera, iniciando y terminando en líneas normales a dicho eje.

**E.03c** A menos que el proyecto o la Dirección indiquen otra cosa, el fresado será continuo en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho del carril para reducir el índice de perfil a valores menores o iguales a los inicialmente indicados en el proyecto o aprobados por la Dirección.

**E.03d** Si al final de la jornada, quedan desniveles mayores de tres (3) centímetros, y la Dirección aprueba la circulación sobre el carril intervenido, se desvanecerá el fresado hasta llegar al nivel original de la capa de rodadura, en una longitud mínima de cinco (5) metros, a menos que el proyecto o la Dirección indiquen otro valor.

**E.03e** Concluido el fresado, se obtendrá el índice de perfil en cada tramo fresado para cada carril de circulación, conforme a lo estipulado en el Manual M-MMP-4-07-002 Índice de Perfil, medido a lo largo de la línea imaginaria ubicada a noventa más menos veinte ( $90 \pm 20$ ) centímetros de la orilla exterior del carril por evaluar, para verificar el cumplimiento de lo estipulado en el inciso E.03b de este Capítulo. Para ello, el Contratista dispondrá y mantendrá durante el tiempo que duren los trabajos, de un perfilógrafo, únicamente se solicitará a vialidades primarias, cuando el proyecto lo marque, que cumpla con la norma M-MMP-4-07-002 mencionada. Antes de su utilización, el equipo se calibrará como se indica en esa norma, pudiendo la Dirección verificar la calibración en cualquier momento y si el perfilógrafo presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la evaluación en tanto que el Contratista lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo remplace.

## **E.04 ACABADO**

**E.04a** Las superficies fresadas presentarán, una textura y acabado uniformes.





**E.04b** Durante el fresado se evitará que los residuos resultantes escurran por los acotamientos, los carriles abiertos al tránsito, las cunetas o cualquier tipo de obra de drenaje. Los residuos serán removidos de la superficie de los pavimentos al momento del fresado.

**E.04c** Al término de los trabajos, la superficie de la capa de rodadura se limpiará de acuerdo con lo indicado en la Norma de la SCT N.CSV.CAR.2.02.001, Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos.

### **E.05 Medidas De Mitigación del Impacto Ambiental**

Durante el fresado de capas asfálticas de rodadura, el Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas y la flora, conforme a lo señalado en el capítulo 2.06 Restitución del medio ambiente de estas Normas, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

### **E.06 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista la conservación del fresado de la capa de rodadura hasta que el trabajo haya sido recibido por la Dirección, cuando el tramo sea operable.

### **E.07 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en este Capítulo, para que el fresado se considere terminado y sea aceptado por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

**E.07a** Que las superficies fresadas presenten, una textura y acabado uniformes.

**E.07b** Que el índice de perfil de toda la superficie fresada sea igual o inferior a catorce (14) centímetros por kilómetro o al valor indicado en el proyecto o por la Dirección.

**E.07c** Que la pendiente transversal del pavimento sea de dos más menos cero punto cinco ( $2\pm 0.5$ ) por ciento como mínimo o lo que indique el proyecto en tramos rectos o igual a la sobre elevación en curvas.

**E.07d** Que la superficie de la capa de rodadura esté limpia y los residuos producto del fresado, hayan sido retirados y depositados en el banco de desperdicios aprobado por la Dirección, y el material aprovechable.

## **F. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

### **F.01 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

Cuando el fresado de la capa asfáltica de rodadura se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutado conforme a lo indicado en este Capítulo, a satisfacción de la Dirección, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de obra, para determinar el avance la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cuadrado de capa de rodadura fresada, con aproximación a un décimo (0.1).

### **F.02 BASE DE PAGO**

**F.02a** Cuando el fresado de la capa asfáltica de rodadura se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medido de acuerdo con lo indicado en el inciso F.02 de este Capítulo, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de capa de rodadura fresada. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de obras, incluyen lo que corresponda por:

- Delimitación de las áreas por fresar.



- Fresado de la capa de rodadura.
- Suministro y utilización de agua.
- Limpieza de la superficie de la capa de rodadura después del fresado, de acuerdo con la Norma de la SCT N.CSV.CAR.2.02.001, Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos.
- La conservación de la superficie fresada hasta que haya sido recibida por la Dirección.
- El señalamiento de protección se pagará por separado, conforme al Capítulo 2.07 Señalización de estas Normas.

**F.02b** La estimación y pago del fresado de la capa asfáltica de rodadura, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G, del Capítulo 1.01 Ejecución de obra de estas Normas.

**F.02c** Una vez concluidos los trabajos de fresado de la capa asfáltica de rodadura, la Dirección los aprobará y cuando el tramo sea operable, los recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. Del Capítulo 1.01 Ejecución de obra, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I del mismo capítulo.



## CAPÍTULO 8.10 RECUPERACIÓN EN FRÍO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

### A. DEFINICIÓN

**A.01** Es el conjunto de actividades que se realizan para desintegrar la carpeta asfáltica y parte o la totalidad del material de base o subbase, por medios mecánicos en frío; remezclar en el lugar el material recuperado con materiales pétreos nuevos, modificados o estabilizados con materiales asfálticos, cemento Pórtland, cal u otros o transformarlo en concreto hidráulico de baja resistencia; tender y compactar el material recuperado para formar una base o subbase sobre la que, posteriormente, se construirá una nuevacarpeta.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE LAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EJECUCIÓN DE OBRAS	1.01				
SEÑALIZACIÓN	2.07				
FRESADO DE LA CAPA ASFÁLTICA DE RODADURA	8.08				

### C. MATERIALES

**C.01** El Contratista será el responsable de someter el material recuperado a los tratamientos establecidos en el proyecto o por la Dirección.

**C.02** Los materiales nuevos (pétreos, asfálticos, cemento Pórtland y cal) que se utilicen en la construcción de capas de pavimento mezclados con materiales producto de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, serán los que indique el proyecto o la Dirección y cumplirán con lo establecido en la Norma NMX-C-414-ONNCCE-1999 Industria de la construcción - Cementos hidráulicos – Especificaciones y métodos de prueba, en el Capítulo 8.01 Bases y Subbases de pavimento de estas Normas, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Dirección.

**C.03** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales recuperados o de los materiales asfálticos nuevos, utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Dirección. Si el Contratista propone la utilización de estos aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que lo justifique, sometiéndolo a la consideración de la Dirección, para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para su manejo, uso y aplicación.

**C.04** Si en la ejecución del trabajo, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en las Fracciones C.01 a C.03 de este Capítulo, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista, por su cuenta y costo, corrija las deficiencias o reemplace los materiales nuevos por otros adecuados. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

## **D. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o señalada por la Dirección, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren los trabajos y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputable al Contratista.

### **D.01 RECUPERADORA**

**D.01a** La recuperadora será autopropulsada y está equipada con las unidades necesarias específicamente diseñadas para disgregar la carpeta asfáltica y las capas inferiores, así como con dispositivos para la reducción de emisiones de polvo y de preferencia una regla de extendido. En caso de no contar con ésta última, será necesario utilizar una motoconformadora.

**D.01b** Será capaz de cortar y desintegrar el material de la capa asfáltica y las capas inferiores del pavimento, al tamaño y hasta la profundidad indicados en el proyecto o por la Dirección.

**D.01c** Cuando se vaya a realizar el mezclado de los nuevos materiales adicionados con el equipo de recuperación, éste preferentemente contará, además, con un dispositivo para la adición del asfalto, cemento Pórtland, cal o el material que indique el proyecto. La adición de cemento Pórtland o cal, siempre se hará en lechada o mediante algún procedimiento aprobado por la Dirección, que garantice la homogeneidad de la mezcla.

### **D.02 MOTOCONFORMADORAS**

Para la conformación de las capas recuperadas cuando la recuperadora no cuente con regla de extendido. Serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de tres punto sesenta y cinco (3.65) metros y con una distancia entre ejes mayor de cinco punto dieciocho (5.18) metros.

### **D.03 COMPACTADORES**

#### **D.03a Compactadores de rodillos metálicos**

Autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos; en el caso de compactadores vibratorios, éstos estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un (1) metro (40") y con la masa que garantice la compactación uniforme en todo el espesor de la capa.

#### **D.03b Compactadores neumáticos**

Remolcados o autopropulsados, con una masa total mínima de treinta y cinco (35) toneladas.





Tendrán nueve (9) ruedas como mínimo, de igual tamaño, montadas sobre dos ejes unidos a un chasis rígido, equipado con una plataforma o cuerpo que pueda ser lastrado, de forma que la masa total del compactador se distribuya uniformemente en ellas, dispuestas de manera que las llantas del eje trasero cubran, en una pasada, el espacio completo entre las llantas adyacentes en el eje delantero. Las llantas será lisas, con tamaño mínimo de 7.50-15 de cuatro (4) capas e infladas uniformemente a la presión recomendada por el fabricante, con una tolerancia máxima de diecisiete punto veinticinco (17.25) kilo pascales (2.5 lb/in<sup>2</sup>).

## **E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

**E.01** El transporte y almacenamiento de todos los materiales, son responsabilidad exclusiva del Contratista y se sujetarán, en lo que corresponda a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**E.02** Los residuos producto de la recuperación de pavimentos asfálticos que no vayan a ser utilizados, se cargarán y transportarán al banco de desperdicios que apruebe la Dirección, en vehículos con cajas cerradas o protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando sean depositados en un almacenamiento temporal, se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del entorno, trasladándolos al banco de desperdicios lo más rápido posible.

## **F. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

### **F.01 CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, se considerará lo señalado en la Cláusula D. del Capítulo 1.01 Ejecución de obras de estas Normas.

### **F.02 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos para la recuperación en frío de pavimentos asfálticos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se recuperarán pavimentos:

**F.02a** Con agua libre o encharcada en la superficie.

**F.02b** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**F.02c** Cuando la temperatura ambiente éste por debajo de los cuatro (4) grados Celsius, en el caso de bases o subbases asfálticas. La temperatura ambiente será tomada a la sombra, lejos de cualquier fuente de calos artificial.

### **F.03 TRABAJOS PREVIOS**

#### **F.03a Señalamientos y dispositivos de seguridad**

Antes de iniciar los trabajos de recuperación en frío de pavimentos asfálticos, el Contratista instalará las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme al capítulo 2.07 Señalización de estas Normas y contará con los bandereros que se requieran, tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. del capítulo 1.01 Ejecución de obras. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de recuperación en frío de pavimentos asfálticos mientras no se cumpla con lo establecido en este inciso. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

#### **F.03b Limpieza de la superficie por recuperar**

Si así lo indica el proyecto o la Dirección inmediatamente antes del inicio de los trabajos, la



superficie de rodadura se limpiará de acuerdo con lo indicado en la Norma N.CSV.CAR.2.02.001, Limpieza de la superficie de rodamientos y acotamientos de la SCT

#### **F.03c Bacheo**

Todos los baches profundos identificados en la superficie por recuperar serán tratados de acuerdo con lo indicado en el proyecto o por la Dirección y conforme a lo establecido en la Norma N.CSV.CAR2.02.004, Bacheo profundo Aislado de la SCT.

#### **F.03d Precauciones durante la obra**

No se permitirá que los camiones que realicen los acarreos de los distintos materiales u otros vehículos o máquinas, realicen maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién recuperada. En el caso de que por algún motivo esta situación llegue a suceder, el Contratista reparará inmediatamente los daños causados, por su cuenta y costo, a satisfacción de la Dirección.

#### **F.04 Corte en Recuperadora**

**F.04a** La profundidad de corte de la carpeta y las capas inferiores será la establecida en el proyecto o por la Dirección, cuidando que no se afecte la estructura del pavimento más allá de dicha profundidad.

**F.04b** El equipo de recuperación cortará la carpeta y las capas inferiores con una tolerancia de más menos dos punto cinco centímetros ( $\pm 2.5\text{cm}$ ).

**F.04c** La recuperación se realizará siguiendo una trayectoria paralela al eje de la carretera, iniciando y terminando en líneas normales a dicho eje.

**F.04d** A lo largo de las aproximaciones a guarniciones o pavimentos adyacentes, los cortes a la carpeta se realizarán con los cuidados necesarios para no dañarlos.

**F.04e** El Contratista será el responsable de proteger las estructuras adyacentes, la vegetación u otros elementos, para evitar daños provocados por la recuperación en frío del pavimento.

#### **F.05 MEZCLADO Y TENDIDO**

El material recuperado será mezclado en el sitio utilizando el equipo de recuperación, con uso de fresadora o tractor con arado de disco, añadiéndole en su caso materiales pétreos nuevos, emulsión asfáltica, cemento Portland, cal o una nueva base o subbase; el cemento Portland, cal o aditivos, según lo indique el proyecto o la Dirección para formar una nueva base o subbase; el cemento Portland y la cal serán añadidos en lechada. Para el mezclado y tendido se considerará lo siguiente:

**F.05a** El material recuperado, los materiales pétreos nuevos, los materiales asfálticos, el cemento Portland, la cal y los aditivos que se empleen en la elaboración de las mezclas, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un producto homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección. Para mezclas modificadas con consumos de tres (3) a cinco (5) por ciento de cemento Portland o con cal, la dosificación de los materiales será la que indique el proyecto o la Dirección. A menos que el proyecto o la Dirección indiquen otra cosa, la resistencia a la compresión simple de mezclas estabilizadas con seis (6) a diez (10) por ciento de cemento Portland, será de cuatro (4) mega pascales ( $40\text{ kg/cm}^2$ ) y para concretos hidráulicos de baja resistencia, con contenidos de cemento Portland mayores de diez (10) por ciento, la resistencia será la indicada en el proyecto o por la Dirección.

**F.05b** En el caso de modificaciones, estabilizaciones o concreto hidráulico de baja resistencia, definidas como se indica en el inciso anterior, además del cemento Portland podrá utilizarse



cal, cuando así lo establezca el proyecto o indique la Dirección.

**F.05c** En el caso de mezclas asfálticas, el diseño será responsabilidad del Contratista en base a las especificaciones de proyecto, considerando que para obtener las características de resistencia y pérdida de estabilidad por inmersión en agua establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, determinará el proporcionamiento adecuado mediante un diseño de mezclas en frío, de acuerdo con lo indicado en la cláusula F. de la Norma N.CMT.4.02.003, Materiales para bases tratadas de la SCT.

**F.05d** Cuando el proyecto o la Dirección establezcan que el mezclado se realice en el sitio con el equipo de recuperación incorporándole cemento Pórtland o emulsión asfáltica al material recuperado, la cantidad que se añada será la especificada con una tolerancia de más menos cero punto dos ( $\pm 0.2$ ) por ciento.

**F.05e** En el caso de ser necesaria la incorporación de agua para alcanzar el contenido de agua óptimo de compactación, el agua se agregará junto con la emulsión o en la lechada de cemento Pórtland o cal.

**F.05f** El mezclado en el sitio se realizará de tal forma que se obtenga una mezcla uniforme sin segregación.

**F.05g** Si en la ejecución del trabajo no se cumple con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales recuperados, así como los materiales pétreos, asfálticos, cemento Pórtland, cal y aditivos utilizados en la elaboración de la mezcla, y por tanto no se obtiene un producto con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

**F.05h** El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla es responsabilidad del Contratista, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla compactada, cumpla con los requerimientos establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección y atenderá, en lo que corresponda, lo indicado en la Norma de la SCR N.CMT.4.02.003 Materiales para bases tratadas de la SCT.

**F.05i** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques del equipo, para evitar las deformaciones que se produzcan en esta operación.

**F.05j** Se tendrá especial cuidado en traslapar las franjas de recuperación en un ancho igual al espesor de la capa recuperada; siempre que sea posible, se trabajará con recuperadoras en paralelo desfasadas para permitir el tránsito, cuando sea necesario y evitar juntas longitudinales de construcción.

**F.05k** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes del equipo de recuperación que presenten residuos de mezcla.

**F.05l** La longitud de recuperación es responsabilidad del Contratista, tomando en cuenta que no recuperarán tramos mayores a los que pueden ser trabajados según programa de obra autorizado.

## **F.06 COMPACTACIÓN**

**F.06a** Inmediatamente después de conformada la mezcla o bien cuando la emulsión haya comenzado a romper, será compactada.

**F.06b** Cuando se utilice cemento hidráulico como estabilizante de mezclas el tiempo para compactación no debe de excederse de una hora medido a partir de la incorporación del cemento.

**Rd** La capa recuperada se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicado en el proyecto o aprobadas por la Dirección, hasta alcanzar el noventa y cinco (95) por ciento de la masa volumétrica seca máxima como mínimo o lo que indique el proyecto, obtenida en la prueba AASHTO modificada, según lo indicado en el Manual de la SCT M.MMP.1.09,



Compactación AASHTO.

**F.06d** La compactación se hará longitudinalmente a la carretera, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

### **F.07 JUNTAS TRANSVERSALES**

En las bases o subbases recuperadas con cemento Pórtland para obtener un concreto hidráulico de baja resistencia, previamente a la compactación se formarán juntas de contracción, espaciadas según lo indique el proyecto o lo apruebe la Dirección, mediante el paso de una quilla que deje una membrana de asfalto decinco (5) centímetros de espesor o inducidas mediante la incrustación de un elemento preformado, o bien, mediante corte con sierra circular en la capa compactada y endurecida.

### **F.08 ACABADO**

**F.08a** Durante la recuperación de la carpeta asfáltica y de las capas inferiores se evitará que los residuos resultantes se depositen en los acotamientos, los carriles abiertos al tránsito, las cunetas o cualquier tipo de obra de drenaje.

**F.08b** La superficie de la capa terminada, quedará limpia y presentará una textura abierta para asfalto y textura cerrada para concreto hidráulico y acabado uniforme en todo el ancho recuperado.

**F.08c** La superficie de la capa recuperada se conservará húmeda por lo menos durante las cuarenta y ocho

**F.08d** (48) horas siguientes a su compactación.

**F.08e** Al final de la jornada, las zonas de almacenamiento temporal quedarán libres de cualquier residuo, desperdicio o material, extraídos durante el proceso de recuperación, que contaminen el entorno, depositándolos en el sitio o banco de desperdicios que apruebe la Dirección.

### **F.09 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Durante el proceso de recuperación en frío de pavimentos asfálticos, el Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas y la flora, conforme a lo señalado por la Dirección de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

### **F.10 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista la conservación de la capa recuperada, hasta que hayan sido recibidas por la Dirección, cuando el tramo sea operable.

### **F.11 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Además de lo establecido anteriormente en este Capítulo, para que la recuperación en frío de pavimentos asfálticos se considere terminada y sea aceptada por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

### **F.12 CALIDAD DE LA BASE O SUBBASE RECUPERADA**

**F.12a** Que el material recuperado, así como los materiales pétreos nuevos, los materiales asfálticos, el cemento Pórtland, la cal y los aditivos utilizados en la mezcla, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en las Fracciones C.01 a C.03 de este Capítulo.

**F.12b** Que las características de la mezcla hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o





aprobadas por la Dirección.

### **F.13 COMPACTACIÓN**

Que la compactación de la base o subbase recuperada, ya sea hidráulica, modificada o estabilizada con cemento Pórtland o cal, determinada en calas ubicadas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual de la SCT M.CAL.1.02, Criterios Estadísticos de Muestreo, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Dirección, considerando que:

**F.13a** El número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula para el caso de que el tramo sea igual o mayor a cincuenta (50) m, para el caso en el que el tramo sea menor a cincuenta (50) m se regirá por lo que indique la Dirección:

$$c = L/50$$

Donde:

$c$  = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)

**F.13b** Las calas se ejecutarán sin dañar la parte contigua de las mimas.

**F.13c** Tan pronto se concluya la verificación, se rellenarán los huecos con el mismo material usado en la base o subbase, según sea el caso, compactándolo y enrasando su superficie.

**F.13d** Todos los grados de compactación que se determinen en las calas, para ser aceptados, serán del noventa y cinco (95) por ciento de la masa volumétrica seca máxima como mínimo o lo que indique el proyecto, obtenida en la prueba AASHTO modificada, según lo indicado en el Manual de la SCTM.MMP.1.09, Compactación AASHTO, con una tolerancia de más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento.

### **F.14 ESTABILIDAD O RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Que la estabilidad de la base o subbase asfáltica, o la resistencia a la compresión simple, cuando se trate de una mezcla estabilizada con cemento Pórtland o de un concreto hidráulico de baja resistencia, determinadas en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual de la SCT M.CAL.1.02, Criterios Estadísticos de Muestreo, hayan cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Dirección, considerando que:

**F.14a** El número de corazones por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula para el caso de que el tramo sea igual o mayor a cincuenta (50) m, para el caso en el que el tramo sea menor a cincuenta (50) m se regirá por lo que indique la Dirección:

$$c = L/50$$

Donde:

$c$  = Número de corazones por realizar, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo, (m)

**F.14b** Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua a los mismos.

**F.14c** Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla utilizada, compactándola y enrasando su superficie con la original de la capa.

**F.14d** Todas las estabilidades o resistencias que se determinen en los corazones, deberán ser iguales a la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, o mayores.



### F.15 ESPESOR DE LA BASE O SUBBASE RECUPERADA

Que el espesor de la base o subbase recuperada, determinado en las calas o corazones a que se refieren las Fracciones E.13 y E.14 de este Capítulo, según su caso, sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Dirección.

**F.15a** El espesor promedio de la base o subbase recuperada correspondiente a todas las determinaciones hechas en un tramo objeto de medición, deberá ser igual a noventa y seis centésimos (0.96) del espesor establecido o mayor:

$$\bar{e} > 0.96e$$

Donde:

$e$  = Espesor establecido en el proyecto o por la Dirección. (cm)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), obtenido

mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Donde:

$e_i$  = Espesor obtenido en cada determinación, (cm)

$n$  = Número de determinaciones hechas en el tramo objeto de medición.

**E.15b** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, deberá ser igual a quincecentésimos (0.15) del espesor promedio o menor:

$$\sigma_e \leq 0.15 \bar{e}$$

Donde:

$\sigma_e$  = Desviación estándar correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

$e$ ,  $e_i$  y  $n$  tienen el significado indicado en el inciso F.15a de este Capítulo.

### F.16 LÍNEAS Y NIVELES

Que el alineamiento, perfil y sección de la base o subbase recuperada, cumplan con lo establecido en el proyecto o con lo aprobado por la Dirección, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:

**F.16a** Una vez concluida la compactación, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la superficie, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia ( $B$ ) igual al semiancho de la corona de la carpeta ( $A/2$ ) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ( $B/2$ ), y en las orillas de la carpeta, como se muestra en la Figura 1 de este Capítulo, sin considerar las ampliaciones en curvas, ni los carriles de aceleración o desaceleración, las ampliaciones en paraderos o las cuñas de transición en entronques a nivel. Cuando existan estos elementos, en las mismas secciones a cada veinte (20) metros de los carriles principales, adicionalmente se



nivelarán los puntos en sus orillas y se medirán en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la corona, para verificar que los niveles y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de este Capítulo.

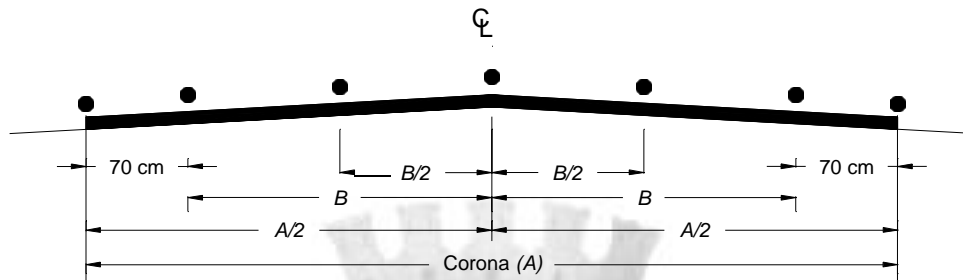


FIGURA 1.- Ubicación de los puntos por nivelar

Tabla 1.- Tolerancias para líneas y niveles

Característica	Tolerancia cm
Ancho de la sección, del eje a la orilla	± 5
Nivel respecto a proyecto	± 0.5

**F.16b** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.

**F.17 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE LAS ZONAS AFECTADAS**

Que todas las zonas afectadas por los trabajos estén limpias, a satisfacción de la Dirección.

**G. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO**

**G.01 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

Cuando la recuperación en frío de pavimentos asfálticos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en este Capítulo, a satisfacción de la Dirección, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de base o subbase recuperada terminada, según su tipo, para cada banco en particular, en su caso, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo, se determinará mediante la fórmula que se indica a continuación.

$$V = L \times \bar{e} \times a$$

Donde:

V = volumen de la base o subbase recuperada de cada tramo, (m<sup>3</sup>)

L = Longitud del tramo, (m)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (m), obtenido como

se indica en la Fracción E.15 de este Capítulo.

$\bar{a}$  = Ancho promedio de la base o subbase recuperada, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la corona, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en la Fracción E.16 de este Capítulo, (m)

La Dirección medirá y pagará como máximo el volumen que resulte del espesor de proyecto más dos (2) centímetros por el ancho de proyecto más cinco (5) centímetros.

Para el cálculo del volumen e importe por pagar en cada tramo se puede usar el formato que se muestra en la Tabla 2 de este Capítulo.

**Tabla 2.- Formato para el cálculo de los volúmenes e importes a pagar**

TRAMO <sup>[1]</sup>		L	$\bar{e}$ m	$\bar{a}$ m	V m <sup>3</sup>	PU \$	Importe e \$ <sup>[2]</sup>
del km	al km						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						

Importe Total = \$

L = Longitud del tramo correspondiente

$\bar{e}$  = Espesor promedio del tramo correspondiente (espesor de proyecto más 2 cm como máximo)

$\bar{a}$  = Ancho promedio del tramo correspondiente (ancho de proyecto más 5 cm como máximo)

V = Volumen del tramo correspondiente ( $\bar{V} = \bar{L} \times \bar{e} \times \bar{a}$ )

PU = Precio Unitario de la base o subbase recuperada

<sup>[1]</sup> = Tramo a cada veinte (20) m.

<sup>[2]</sup> = Importe de la base o subbase recuperada.

## G.02 BASE DE PAGO

Cuando la recuperación en frío de pavimentos asfálticos se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula F.02 de este Capítulo, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de base o subbase recuperada terminada en cada tramo. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos, así como de los aditivos, el cemento Pórtland o la cal que se requieran, incluyendo mermas y desperdicios. Limpieza de los vehículos en que se transporten estos materiales, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, transporte hasta el lugar de su utilización y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas para los materiales asfálticos.
- Desmonte y despalle de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribado y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales;





cargas, descargas y todos los acarrees hasta el sitio de su utilización de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.

- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Limpieza de la superficie del pavimento antes de los trabajos de recuperación, según lo indicado en la Norma de la SCT N.CSV.CAR.2.02.001, Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos, y limpieza de las zonas afectadas por la recuperación.
- Bacheo en las zonas identificadas de acuerdo con lo indicado en la Norma de la SCT N.CSV.CAR.2.02.004, Bacheo Profundo Aislado.
- Protección de estructuras existentes y elementos adyacentes a la zona de los trabajos.
- Corte de la carpeta asfáltica y de las capas inferiores.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, descarga y almacenamiento del agua, así como su aplicación e incorporación.
- Dosificación y mezclado en el lugar de los materiales recuperados, así como de los materiales pétreos nuevos, asfálticos, cemento Pórtland, cal y aditivos.
- Conformación y compactación de la base recuperada.
- Formación de juntas transversales de contracción, en su caso.
- Curado de las bases o subbases mejoradas, estabilizadas o de concreto hidráulico de baja resistencia.
- La conservación de la capa recuperada hasta que haya sido recibido por la Dirección.

### **G.03 ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. del Capítulo 1.01 Ejecución de obras de estas Normas.

### **G.04 RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, la Dirección lo aprobará y al término de los trabajos contratados, la recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. Del Capítulo 1.01 Ejecución de obra de estas Normas, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I del mismo Capítulo.



## CAPÍTULO 8.11 CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO

### A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Las carpetas (losas) de concreto hidráulico, son las que se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos, cemento Pórtland y agua, para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Tienen además la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

Las carpetas (losas) de concreto hidráulico pueden construirse a base de:

#### A.01 Losas de Concreto Hidráulico con Juntas

Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico con juntas longitudinales y transversales, con o sin pasajuntas, para formar elementos rectangulares.

#### A.02 Losas de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo

Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico sin juntas transversales y con acero de refuerzo colocado longitudinalmente en forma continua con el objeto de resistir los esfuerzos a tensión, y asegurar que las grietas que se produzcan queden totalmente cerradas.

#### A.03 Losas de Concreto Hidráulico Presforzado

Son aquellas que se construyen con secciones de concreto hidráulico sujetas a compresión, mediante un sistema de presfuerzo, con relativamente pocas juntas transversales.

### B. REFERENCIAS

B.01 Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4.01				
CONCRETO PRESFORZADO	4.02				
MORTEROS	4.03				
LECHADEADO. FABRICACIÓN DE LECHADA DE CEMENTO	4.04				



DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACERO DE REFUERZO	4.05				
PLANTILLAS	5.01				
FIRMES DE CONCRETO	5.02				
CASTILLOS. CADENAS	5.06				
PILOTES	5.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

**B.02** Son referencia de esta Norma, las normas SCT y NMX

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE LAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EJECUCIÓN DE OBRAS	1.01				
RIEGO DE IMPREGNACIÓN	8.03				
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN CONCRETO HIDRÁULICO INDUSTRIALIZADO ESPECIFICACIONES					NMX-C-155-ONNCE 2004
CONCRETO HIDRÁULICO PARA USO ESTRUCTURAL					NMX-C-403-ONNCE 1999

## C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas (losas) de concreto hidráulico, cumplirán con lo establecido en la Norma NMC-C-155-ONNCE-2004 Concreto Hidráulico – Industrializado - Especificaciones, así como con el Capítulo 4.01 “ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO” de estas normas salvo que el proyecto indique

otra cosa o así lo apruebe la Dirección.

**C.02** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características del concreto hidráulico, utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Dirección. Si el Contratista propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la Dirección para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.

**C.03** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción C.01 de este Capítulo, ni aún en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista.

**C.04** Si en la ejecución del trabajo, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción C.01 de este Capítulo, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

## **D. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas de la SCT aplicables del Título 06. Materiales para Losas de Concreto Hidráulico, de la Parte 4. Materiales para Pavimentos, del Libro CMT. Características de los Materiales. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, así mismo deberá cumplir con la Norma NMX-C-155-ONNCCE.

## **E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas (losas) de concreto hidráulico, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### **E.01 PLANTA DE MEZCLADO**

Contará como mínimo con:

**E.01a** Tolvas o silos para almacenar los agregados pétreos y el cemento Pórtland, protegidos de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos quince

(15) minutos sin ser alimentadas y divididas en compartimentos para almacenar los agregados pétreos por tamaños.

**E.01b** Dispositivos para dosificar los agregados pétreos por masa, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la masa acumulada, o en más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento de la masa





individual de cada fracción, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Dirección, por volumen y que permitan un fácil ajuste de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.

**E.01c** Dispositivos para dosificar el cemento Pórtland por masa, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento.

**E.01d** Dispositivos para dosificar el agua, con una aproximación de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento de la cantidad requerida, y los aditivos con una aproximación de más menos tres ( $\pm 3$ ) por ciento de la cantidad necesaria según el proporcionamiento. En el caso del agua y los aditivos líquidos, éstos pueden medirse por volumen con una precisión aceptable.

**E.01e** Cámara mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.

**E.01f** Un dispositivo de suma acumulada, sin restitución, para contar correctamente el número de bachas producidas durante su operación.

## **E.02 EXTENDEDORA DE CONCRETO**

Autopropulsadas, con la suficiente potencia y tracción para esparcir uniformemente en espesor y pendiente el concreto hidráulico sin desplazarlo, ya sea mediante una cuchilla oscilante o bien un transportador de banda o tornillo.

## **E.03 PAVIMENTADORAS**

**E.03a** Autopropulsadas de cimbra deslizante, diseñada para extender, vibrar, enrasar y terminar el concreto hidráulico colocado en una sola pasada, sin la necesidad de acabado manual, de tal manera que se obtenga una losa de concreto hidráulico uniforme que cumpla con las especificaciones del proyecto. Estarán equipadas con sensores de control automático de niveles para la línea guía de pavimentación y la pendiente y tendrán la capacidad de insertar en forma automática las barras de amarre en las juntas longitudinales.

Los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores, deben estar colocados en zonas limpias de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que pudiera afectar las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, la Dirección, a su juicio, podrá permitir al Contratista terminar el colado del día, mediante el uso del control manual de la pavimentadora; sin embargo, el colado no se podrá reiniciar hasta que los controles automáticos funcionen adecuadamente.

**E.03b** Las pavimentadoras para la construcción de losas de concreto presforzado contarán con:

- Bandas para transportar el concreto fresco desde los camiones situados a un costado de la pavimentadora hasta el frente de ésta, sin interferir con los tendones de presfuerzo.
- Sistema de vibradores de inmersión y de alta frecuencia colocados a la mitad de la separación entre los tendones longitudinales, provisto de un mecanismo para sumergir los vibradores y extraerlos en las intersecciones con los tendones transversales y en los extremos de las losas.

## **E.04 VIBRADORES**

### **E.04a Vibradores de inmersión fijos**

Los vibradores de inmersión fijos, que formen parte de la pavimentadora, estarán espaciados a no más de sesenta (60) centímetros y equipados con unidades sincronizadas de vibración con una frecuencia en el aire no menor de ocho mil (8 000) ciclos por minuto, con el objeto de proporcionar una consolidación uniforme en el ancho y espesor total de la losa de concreto.

### **E.04b Vibradores de inmersión manuales**

En zonas de juntas o de difícil acceso para los vibradores fijos, se pueden utilizar vibradores de inmersión manuales, con la capacidad suficiente para consolidar la losa en todo su espesor. Estos vibradores serán lo suficientemente rígidos para asegurar el control de la posición de operación de la cabeza de vibrado.



#### **E.04c Vibradores superficiales**

Los vibradores superficiales que se coloquen directamente sobre la superficie de la losa, tendrán una frecuencia de operación de tres mil quinientos a cuatro mil doscientos (3 500 a 4 200) ciclos en el aire.

#### **E.05 Rastra De Texturizado**

De tela de yute o de algodón, sin costuras y de dos (2) capas, la inferior de aproximadamente quince (15) centímetros más ancha que la superior. Humedecida para llevar a cabo el texturizado longitudinal, de manera que se produzca una superficie uniforme de textura abrasiva, a todo lo ancho del pavimento.

Para pavimentos con un ancho mayor de cinco (5) metros, la rastra estará montada en un puente que pueda deslizarse sobre la cimbra o bien como parte integral del equipo de texturizado.

Las dimensiones de la rastra serán tales que proporcione una franja de contacto de cuando menos un (1) metro de ancho sobre la superficie del pavimento.

#### **E.06 TEXTURIZADORA**

Operada de manera independiente a la pavimentadora y al equipo de curado. Contará con un dispositivo mecánico equipado con dientes de acero de cien (100) a ciento cincuenta (150) milímetros de longitud, con sección transversal de uno (1) por dos (2) milímetros aproximadamente, espaciados nominalmente a veinticinco (25) milímetros centro a centro y ajustable para formar pequeños surcos de tres (3) milímetros de profundidad, como mínimo, transversales al eje de la carretera.

#### **E.07 EQUIPO DE CURADO**

Diseñado para asegurar una aplicación uniforme de la membrana de curado sobre la carpeta (losa) de concreto. Contará con un tanque de almacenamiento dotado de un dispositivo interior de agitación para mantener el producto de curado completamente mezclado durante el proceso. La aplicación de la membrana de curado se realizará mediante el uso de rociadores mecánicamente operados a presión, equipados con boquillas que cuenten con un dispositivo tipo escudo o capuchón para evitar la desviación del rocío por efectos del viento.

#### **E.08 EQUIPO DE CORTE**

Con disco abrasivo o de diamante, tendrá el tamaño, la potencia y la capacidad que se requieran para formar las juntas mediante cortes con la profundidad mínima establecida en el proyecto.

#### **E.09 UNIDADES DE AGUA A PRESIÓN**

Provistas de boquillas, capaces de producir una presión mínima de catorce (14) mega pascales ( $\pm 143 \text{ kg/cm}^2$ ).

#### **E.10 COMPRESORES DE AIRE**

Capaces de producir una presión mínima de seiscientos veinte (620) kilo pascales ( $\pm 6 \text{ kg/cm}^2$ ) provistos con los dispositivos necesarios para evitar la contaminación del aire con agua o aceite.

#### **E.11 DISPOSITIVOS PARA LA COLOCACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO PREFORMADO**

Capaces de colocar el material preformado de una manera uniforme a todo lo largo de toda la junta, a la profundidad establecida en el proyecto, sin restirlo o punzarlo.

#### **E.12 EQUIPOS PARA LA INYECCIÓN DEL MATERIAL DE SELLADO**

Consistente en bombas de extrusión con la suficiente capacidad para inyectar el volumen requerido de material de sellado hasta la profundidad adecuada, equipadas con una boquilla cuya forma ajuste dentro de las juntas y con la cual se pueda formar una cama de ancho y profundidad



uniforme entre las caras de las juntas.

### **E.13 FRESADORAS**

Autopropulsadas, con la masa suficiente para corregir el acabado de las losas de concreto hidráulico mediante un fresado uniforme. Contarán con:

- Cabezas de corte de aproximadamente un (1) metro de ancho o más, montadas en marcos interiores que permitan controlar la profundidad del fresado.
- Discos de corte con diamantes para cortar las protuberancias o ranurar la superficie del pavimento, adosados a las cabezas de corte. Cada cabeza, con el ancho indicado anteriormente, tendrá entre cincuenta y cuatro (54) y cincuenta y nueve (59) discos, uniformemente distribuidos en todo su ancho. El tamaño, la cantidad y la pasta de adherencia de los diamantes, serán los adecuados para la dureza de los agregados pétreos del concreto por tratar.
- Cilindros hidráulicos para mantener constante la presión sobre las cabezas de corte.

## **F. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

**F.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

### **F.02 CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la construcción de carpetas (losas) de concreto hidráulico se considerará lo señalado en la Cláusula

D. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas.

### **F.03 PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES**

**F.03a** Los agregados pétreos, el cemento Pórtland y, en su caso, los aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas (losas) de concreto hidráulico, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un concreto hidráulico homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**F.03b** El proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección. Esta determinación será responsabilidad del Contratista.

**F.03c** Si en la ejecución del trabajo, con las dosificaciones de los distintos tipos de agregados pétreos, cemento Pórtland y aditivos utilizados en la elaboración de carpetas (losas) de concreto hidráulico, no se obtiene un concreto hidráulico con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### **F.04 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas (losas) de concreto hidráulico:

**F.04a** Sobre superficies con agua libre o encharcada.



**F.04b** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

**F.04c** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas, esté por debajo de los cuatro

(4) grados Celsius.

**F.04d** Cuando la temperatura ambiente sea de cuatro (4) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas (losas) de concreto hidráulico pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente está por arriba de dos (2) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

**F.04e** Cuando la evaporación sobre la superficie de la losa sea mayor de un (1) kilogramo por metro cuadrado por hora, determinada de acuerdo a las recomendaciones de la *Pórtland Cement Association* (PCA), a menos que se levanten rompevientos para proteger el concreto hidráulico y lo apruebe la Dirección.

## **F.05 TRABAJOS PREVIOS**

**F.05a** Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta (losa) de concreto hidráulico, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, con textura cerrada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Dirección.

**F.05b** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Dirección, cuando la carpeta (losa) se construya sobre una capa de materiales pétreos, como una subbase, ésta debe estar impregnada de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 8.03 Riego de Impregnación de estas Normas o se colocará sobre ella una membrana de polietileno. Es responsabilidad del Contratista establecer el lapso entre la impregnación y el inicio de la construcción de la carpeta (losa). No se podrá colocar la carpeta (losa) antes de 24 horas.

**F.05c** Los acarrees del concreto y los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta (losa), se distribuya sobre el ancho total de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

## **F.06 ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**

**F.06a** El procedimiento que se utilice para la elaboración del concreto hidráulico es responsabilidad del Contratista, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que el concreto cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Dirección y atenderá lo indicado en la Norma NMC-C-155-ONNCE-2004 Concreto Hidráulico – Industrializado – Especificaciones, y en Capítulo 4.01 “ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO” de estas normas

**F.06b** Si en la ejecución del trabajo, la calidad del concreto hidráulico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Dirección, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

**F.06c** El concreto que se utilice para la elaboración de las carpetas (losas) debe ser del tipo concreto hidráulico industrializado y deberá cumplir con la Norma NMX-C-155-ONNCE.

## **F.07 PASAJUNTAS Y BARRAS DE AMARRE**

**F.07a** Las pasajuntas y barras de amarre para losas de concreto hidráulico con juntas, se colocarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Dirección.





**F.07b** Las pasajuntas que se utilicen en las juntas transversales de contracción, serán barras lisas con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Dirección y con sus extremos libres de rebabas cortantes. Se colocarán antes del colado del concreto hidráulico, mediante silletas o canastas metálicas de sujeción que las aseguren en la posición correcta durante el colado y el vibrado del concreto, sin impedir sus movimientos longitudinales. Una vez colocadas, la superficie expuesta de las pasajuntas se someterá a un tratamiento antiadherente, con grasa, una funda de plástico u otro procedimiento aprobado por la Dirección, para garantizar el libre movimiento longitudinal de las losas en la junta. Las pasajuntas que se pongan en las juntas transversales de construcción, de expansión y de emergencia, serán iguales a las que se utilicen en las juntas de contracción y se colocarán con el mismo alineamiento y espaciamiento.

**F.07c** Las barras de amarre que se coloquen en las juntas longitudinales, serán corrugadas, con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Dirección, y se colocarán mediante silletas, o insertadas por vibración si se usa equipo de cimbra deslizante. En una longitud de cuarenta y cinco (45) centímetros antes y después de una junta transversal, no se deben colocar barras de amarre.

## **F.08 ACERO DE REFUERZO**

### **F.08a En losas de concreto hidráulico con refuerzo continuo**

El refuerzo continuo se puede hacer con varillas de acero o mallas prefabricadas electrosoldadas, colocadas a la altura y con los traslapes que indique el proyecto o apruebe la Dirección, utilizando los dispositivos adecuados para asegurar la continuidad del refuerzo. En algunos casos, las varillas se puede colocar y alinear con un equipo especial ubicado frente a la pavimentadora, el cual guía y posiciona las varillas con el espaciamiento y la elevación de proyecto, mientras se coloca el concreto.

### **F.08b En losas de concreto hidráulico presforzado**

Los tendones necesarios para las losas de concreto hidráulico presforzado, se colocarán sobre asientos de apoyo situados en las posiciones que indique el proyecto o apruebe la Dirección. Los tendones transversales en las zonas de curva, se apoyará en medias cimbras, colocadas a lo largo de la cara interior de la franja por pavimentar.

## **F.09 COLADO DEL CONCRETO HIDRÁULICO**

**F.09a** Después de elaborado el concreto hidráulico, será colocado extendiéndolo y consolidándolo con una pavimentadora autopropulsada y/o mediante tiro directo de camión transportador sobre el área en donde se va a colocar el concreto para la formación de losas de tal manera que se obtenga una capa de material de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, el concreto puede extenderse y terminarse a mano.

**F.09b** El colado se hará en una forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques del equipo utilizado.

**F.09c** Cuando el colado sea suspendido por más de treinta (30) minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia, como se indica en el Inciso E.12d de este Capítulo.

**F.09d** Cada franja de concreto hidráulico debe colocarse cubriendo como mínimo el ancho total del carril o, de preferencia, el ancho total de la calzada y sus acotamientos.

**F.09e** No se permitirá el colado del concreto hidráulico si existe segregación.

**F.09f** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la pavimentadora que presenten residuos de concreto hidráulico.

**F.09g** La longitud de colado del concreto hidráulico es responsabilidad del Contratista, tomando en cuenta que no se colará en tramos mayores de los que puedan ser terminados y curados de



inmediato, así como aserrados (cortes con disco) oportunamente.

### F.10 VIBRADO

**F.10a** Inmediatamente después de colado el concreto hidráulico, se consolidará mediante vibrado.

**F.10b** El vibrado se hará uniformemente en todo el volumen de la carpeta (losa), utilizando vibradores mecánicos, cuidando que no entren en contacto con la cimbra.

**F.10c** Para el caso de áreas no accesibles a los vibradores de las pavimentadoras, se emplearán vibradores operados manualmente.

**F.10d** Cuando la pavimentadora sea detenida, los vibradores no deben operar por más de cinco (5) segundos después del paro.

### F.11 TEXTURIZADO

Salvo que el proyecto indique otra cosa, el acabado de la carpeta (losa) de concreto hidráulico, se hará pasando sobre su superficie la rastra de texturizado y la texturizadora, o bien, mediante el método de denudado químico, que consiste en rociar un retardante de fraguado sobre la superficie del concreto fresco y, después de que la masa de concreto ha endurecido, aplicar un cepillado enérgico con un dispositivo de cerdas metálicas para eliminar el mortero de la superficie.

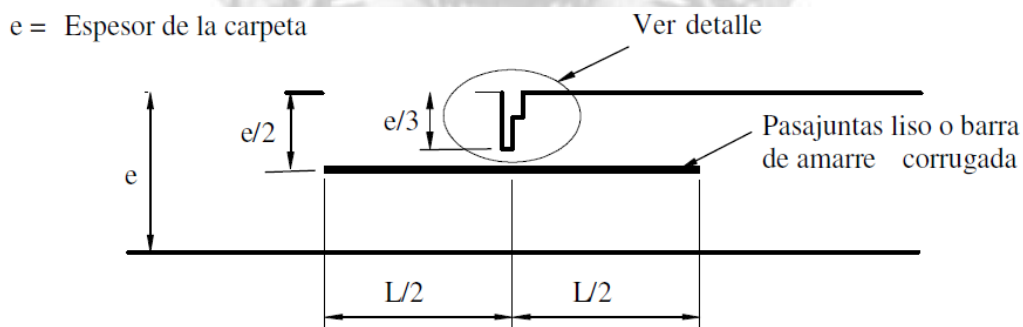
En cualquier caso, el acabado superficial debe proporcionar una superficie de rodamiento con la resistencia a la fricción establecida en la Fracción G.25 de este Capítulo, como mínimo.

### F.12 CURADO

Después de terminado el texturizado, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial, con el equipo de curado se aplicará el material que indique el proyecto o apruebe la Dirección para formar la membrana de curado en la superficie de la carpeta. En el caso de juntas aserradas, sus caras expuestas serán curadas inmediatamente después de que se concluya el corte.

### F.13 JUNTAS

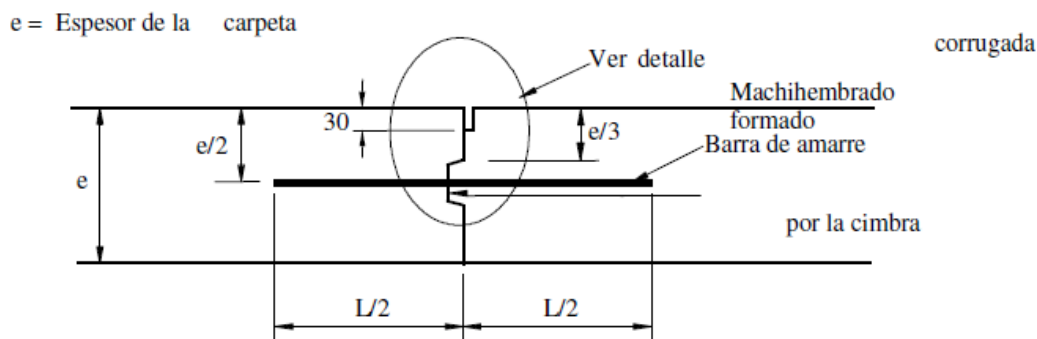
**F.13a** En el caso de carpetas (losas) de concreto hidráulico con juntas, una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente para que no se despostille y antes de que se formen grietas naturales por contracción, se aserrará la carpeta (losa) para formar una junta como las mostradas en las Figuras 1 a 3 de este Capítulo. Los cortes se ajustarán al alineamiento, dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.



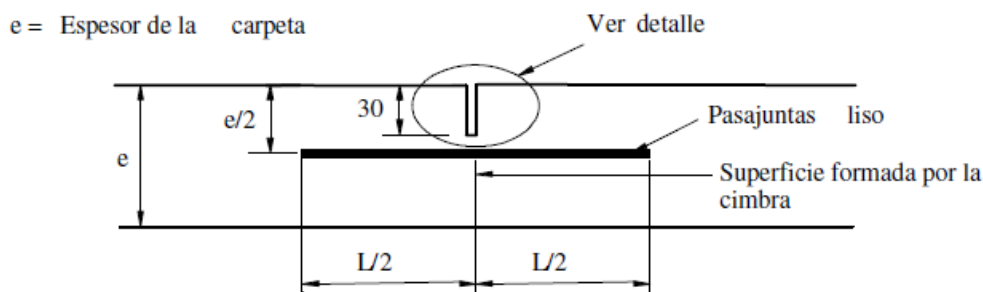
**FIGURA 1.- Detalle de junta tipo A con pasajuntas o barras de amarre**

**F.13b** Primero se aserrarán las juntas transversales de contracción e inmediatamente después las longitudinales. Es responsabilidad del Contratista elegir el momento propicio para efectuar el aserrado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno serán demolidas y reemplazadas, o reparadas si la Dirección así lo aprueba, por cuenta y costo del Contratista. Los atrasos en el

programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.



**FIGURA 2.- Detalle de construcción de junta tipo B con barras de amarre**



**FIGURA 3.- Detalle de construcción o de emergencia de junta Tipo C con pasajuntas**

**F.13c** A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Dirección, cuando se requiera hacer la junta con cortes en dos etapas (escalonados), el segundo corte no se realizará antes de setenta y dos (72) horas después del colado.

**F.13d** En el sitio preestablecido para terminar el colado del día y coincidiendo siempre con la ubicación de una junta transversal de contracción, se formará una junta de construcción como la mostrada en la Figura 3 de este Capítulo (Tipo C), hincando en el concreto fresco una frontera metálica o cimbra que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa y se removerá el concreto fresco excedente. Esta frontera o cimbra contará con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa, con el alineamiento y espaciamiento que indique el proyecto o apruebe la Dirección. Para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta, se utilizarán vibradores de inmersión manuales.

**F.13e** Cuando por causas de fuerza mayor sea necesario suspender el colado por más de treinta (30) minutos, se construirá una junta transversal de emergencia como la mostrada en la Figura 3 de este Capítulo (Tipo C). La localización de esta junta se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor de un tercio (1/3) de la longitud de la losa, se removerá el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio medio de la losa, se hará la junta de emergencia como se indica en el Inciso anterior, cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas de contracción adyacentes no sea menor de uno punto cinco (1.5) metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, la junta de emergencia se hará dentro del tercio medio de la losa y se removerá el concreto fresco excedente.

**F.13f** La dimensión de las losas en el sentido longitudinal será la establecida en el proyecto con una tolerancia de más menos un ( $\pm 1$ ) centímetro, coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el punto medio longitudinal de las pasajuntas. La alineación de las juntas longitudinales será la indicada en el proyecto, con una tolerancia de más menos un ( $\pm 1$ ) centímetro.

**F.13g** Las juntas de construcción se colocarán y harán en los lugares y en la forma que se indique en el proyecto o lo ordene la Dirección.

1) Cuando se trate de ligar concreto fresco con concreto ya fraguado se procederá de la siguiente forma:

- Después de haber transcurrido de 12 a 72 horas, aproximadamente, de terminado el colado, se procederá a preparar la superficie expuesta cepillándola enérgicamente con cepillo de alambre y agua, para eliminar una capa de 0.5 cm de espesor, aproximadamente, y obtener una superficie rugosa y resistente. Cuando el colado se continúa después de 72 horas, se deberá hacer la misma remoción y preparación de la superficie, aunque tenga que utilizarse otra herramienta además del cepillo de alambre. En ambos casos las juntas deberán estar libres de materiales sueltos y se aplica una lechada de cemento, cuya relación agua - cemento será de 0.50 cuando menos.
- Cuando lo indique el proyecto o lo ordene la Dirección, la superficie del concreto fraguado se debe limpiar mediante chiflón de arena y la superficie debe estar limpia, así como los moldes. Las juntas deberán conservarse libres de material suelto y mantenerse húmedas hasta antes de continuar el colado. Los moldes se deberán reajustar cuidadosamente y antes de colar se aplicará también una lechada de cemento.
- Cuando la Dirección lo juzgue conveniente, ordenará el uso de adhesivos especiales, ya sea que venga o no indicado en el proyecto; en cada caso se fijará los procedimientos constructivos por emplear.
- En el caso de que la continuación del colado se haga dentro de 1 a 12 horas de terminado el primero, la Dirección indicará en cada caso particular el procedimiento constructivo a seguir, de acuerdo con el tiempo que transcurra entre uno y otro colado.

3) Cuando sea necesario suspender el colado fuera de una junta de construcción, se deberá retirar el concreto hasta la junta anterior o lo que ordene la Dirección. Si es necesario realizar juntas por interrupciones de colado se debe proceder de acuerdo a lo marcado en el reglamento ACI en capítulo correspondiente

**F.13h** Los procesos constructivos y especificaciones del sellado de juntas se describen en el apartado 12 del Capítulo 8 de esta normativa.

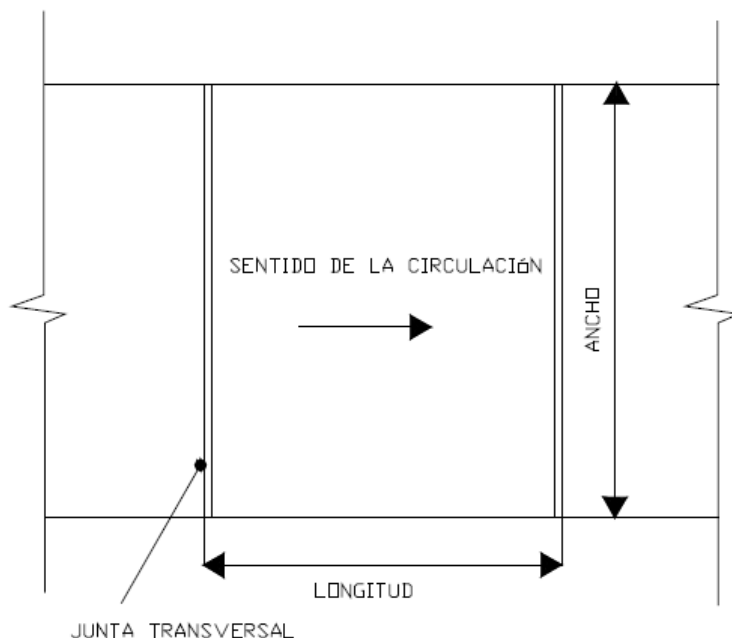
#### **F.14 DIMENSIONES DE LOSAS DE PAVIMENTO**

Las dimensiones de las losas deben cumplir con los tres siguientes requisitos:

- 1) El área de una losa no debe exceder a 16.00 m<sup>2</sup>
- 2) La relación longitud / ancho debe ser mayor o igual a 1.0 y menor a 1.251  $\square$  long/ ancho  $\square$  1.25
- 3) La relación entre longitud de la losa y el radio de rigidez relativa debe ser mayor a 4 y menor a 6







Radio de rigidez relativa: es un término definido por Westergaard como la cantidad de relación entre las rigideces de la cimentación y de la rigidez flexionante de la losa. El radio de rigidez está definido por la siguiente expresión.

$$I = (E h^3 / 12 k (1 - \nu^2))^{0.25}$$

I = Radio de rigidez relativo (in)

E = Modulo de elasticidad del concreto (psi) H = Espesor del pavimento (in)

$\nu$  = Relación de poisson del pavimento

k = Módulo de relación efectiva de la subrasante (pci)

### F.15 CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista la conservación de la carpeta (losa) de concreto hidráulico hasta que haya sido recibida por la Dirección, cuando la carretera y/o vialidad sea operable.

### G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para la carpeta (losa) de concreto hidráulico se considere terminada y sea aceptada por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

#### G.01 CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO

**G.01a** Que el agua, los agregados pétreos, el cemento Pórtland y en su caso, aditivos utilizados en el concreto hidráulico, cumplan con las características establecidas como se indica en la Norma NMX-C- 155-ONNCCE y las Normas de referencia de la misma.

**G.01b** Que las características del concreto hidráulico fresco cumplan con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**G.01c** Para el concreto hidráulico que se utilice para la construcción de pavimentos, se debe realizar un muestreo consistente en vigas de 3 probetas cada uno para medir la resistencia a la tensión por flexión, de las cuales dos (2) probetas serán ensayadas a la edad especificada por el



proyecto y el promedio de ellas se considera el valor de resistencia obtenido.

- 1) El número de muestras por cada obra deberá ser mínimo de dos (2).
- 2) El proceso de muestreo será el indicado en la Norma NMX-C161-ONNCCE correspondiente a "Muestreo de Concreto fresco". La muestra de viga tomada deberá cumplir con lo indicado en las Normas NMX-C-148-ONNCCE y NMX-C-160-ONNCCE.
- 3) Para la elaboración de vigas de ensaye deberá cumplirse con la Norma NMXC-191-vigente. Las muestras de vigas se ensayarán de acuerdo a la siguiente tabla:

TIPO DE CONCRETO	PRIMERA VIGA	SEGUNDA Y TERCERA VIGA
Normal	7 días	28 días
Rápido 14R14	7 días	14 días
Rápido 7R7	3 días	7 días
Rápido 3R3	48 horas	3 días
Especial	Lo que indique la Dirección	Lo que indique la Dirección

- 4) La intensidad de muestreo será una muestra por cada cuarenta metros cúbicos (40 m<sup>3</sup>) o fracción. El muestreo será simultáneamente con muestra de cilindros para poder correlacionar el módulo de ruptura ( $M_R$ ) a la flexión con la resistencia a la fatiga a la compresión ( $f'_c$ ). El muestreo de vigas será por volumen acumulado independientemente del día de colocación.
- 5) Se debe realizar una muestra de cuatro (4) cilindros por cada veinte metros cúbicos (20 m<sup>3</sup>) o por cada día de colado.
- 6) Los cilindros se ensayarán de acuerdo a la siguiente tabla:

TIPO DE CONCRETO	PRIMERA EDAD	SEGUNDA EDAD	EDAD FINAL
Normal	(1) 7 días	(1) 14 días	(2) 28 días
Rápido 14R14	(1) 3 días	(1) 7 días	(2) 14 días
Rápido 7R7		(2) 3 días	(2) 7 días
Rápido 3R3	(1) 24 horas	(1) 48 horas	(2) 3 días

7) Cuando los resultados obtenidos de los ensayos indiquen que el concreto no es satisfactorio, la Dirección puede tomar la decisión de ensayar una o más probetas a una edad posterior a la edad especificada por proyecto.

**G.01d** En caso de que exista duda de la calidad del concreto ya sea porque el resultado del ensaye de los especímenes estándar indique que no alcanzó la resistencia esperada (responsabilidad del productor), o porque exista evidencia del incumplimiento sobre los procedimientos de colocación, acomodo o curado del concreto (responsabilidad del usuario) se permite la comprobación de dicha calidad mediante el ensaye de núcleos de concreto (corazones) extraídos de la parte en la que se colocó el concreto cuya calidad se cuestiona. Por cada incumplimiento en la calidad especificada



se deben probar tres (3) núcleos como mínimo tomados de la zona en duda. La humedad de los núcleos al probarse debe ser representativa de la que tenga la estructura en condiciones de servicio. El ensaye de los corazones será de acuerdo con la norma NMX-C-169-ONNCCE.

- 1) Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua de los mismos.
- 2) Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de concreto hidráulico utilizado en la carpeta (losa), enrasando su superficie con la original de la carpeta (losa).
- 3) La resistencia a la compresión promedio de cada tres (3) corazones consecutivos, debe ser igual o mayor al noventa por ciento (90 %) de la resistencia establecida en el proyecto.

## **G.02 CALIDAD DE OTROS MATERIALES**

Para losas de concreto hidráulico con juntas

**G.02a** Que las pasajuntas y barras de amarre cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**G.02b** Que la elevación y espaciamiento de las pasajuntas no difiera de los indicados en el proyecto en más de cinco (5) milímetros y que la desviación angular del eje de cada pasajunta, determinada entre sus extremos, no sea mayor de un (1) milímetro respecto a la Dirección teórica. Esta comprobación se hará de la siguiente manera:

- 1) En las silletas o canastas de sujeción con las pasajuntas, colocadas antes del colado del concreto hidráulico, se comprobará que la posición de las pasajuntas y su alineamiento cumplan con lo establecido en este Párrafo y de ser así se procederá al colado, de lo contrario el colado no se iniciará en tanto que el Contratista corrija o reemplace las silletas o canastas para dar cumplimiento a lo aquí estipulado.
- 2) Una vez aprobado el diseño de las silletas o canastas de sujeción, durante la construcción de la carpeta (losa) de concreto hidráulico se verificará que las que se utilicen tengan las características de las aprobadas y que sean colocadas correctamente antes del colado del concreto.
- 3) Cuando la Dirección lo juzgue conveniente, se harán las comprobaciones que se indican en los Puntos 1) y 2) de este Párrafo, en cualquier tramo de construcción de la carpeta (losa).

**G.02c** Que el material de curado para las losas, así como las tiras de relleno preformadas y el material sellador que se utilicen en las juntas, cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección.

**G.02d** Para losas de concreto hidráulico con refuerzo continuo o presforzado

**G.02e** Que el acero de refuerzo continuo o los tendones de acero para presfuerzo cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Dirección y que sean habilitados y colocados correctamente.

## **G.03 ÍNDICE DE PERFIL**

Esta prueba se realizará cuando lo marque el proyecto o lo indique la Dirección:

Que el índice de perfil de la carpeta (losa) de concreto hidráulico, en cada línea de colado de cada subtramo de doscientos (200) metros de longitud o fracción, haya sido de catorce centímetros por kilómetro (14 cm/km) como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. El Contratista hará estaverificación conforme al [Manual M-MMP-4-07-002, Índice de Perfil](#), dentro las cuarenta y ocho (48) horas siguientes al colado, considerando lo que a continuación se señala. La Dirección evaluará los resultados de las pruebas en base a lo estipulado en el punto H.3.4. de la Norma N-CTR-CAR-1-04-009 Carpetas de Concreto Hidráulico.

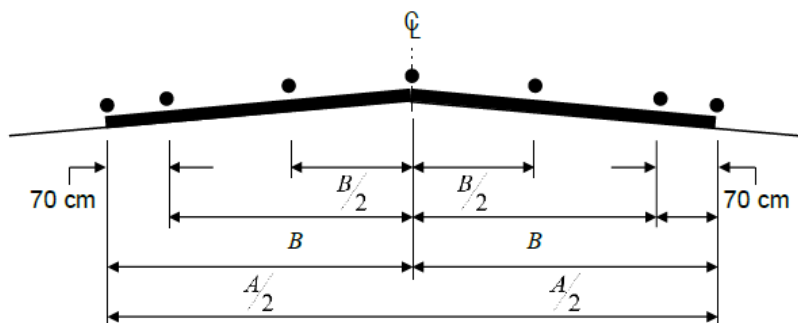
## **G.04 LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES**

Que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la carpeta (losa), cumplan con lo establecido en



el proyecto, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:

**G.04a** Previamente a la construcción de la carpeta (losa), en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la corona terminada de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia ( $B$ ) igual al semiancho de la corona de la carpeta ( $A/2$ ) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ( $B/2$ ), y en las orillas de la corona. Como se muestra en la figura a continuación



**G.04b** Una vez vibrada la carpeta (losa), verificados sus índices de perfil y en su caso, hechas las correcciones a que se refiere el Inciso G.03, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso G.03, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener las pendientes transversales entre ellos y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta (losa), para verificar que esas pendientes y distancias están dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 2 de este Capítulo.

**TABLA 2.- Tolerancias para líneas y pendientes**

CARACTERÍSTICA	Tolerancia
Ancho de la sección, del eje a la orilla	$\pm 1$ cm
Pendiente transversal	$\pm 0.5\%$

**G.04c** Si para corregir la superficie de la carpeta (losa) se opta por un procedimiento aprobado por la Dirección, que eleve esa superficie, antes de su ejecución, se nivelarán las mismas secciones a que se refiere el Inciso E.23a de este Capítulo determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener los espesores de la carpeta (losa) antes de ser corregida.

**G.04d** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.

**G.04e** A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren el Inciso G.03 de este Capítulo, según sea el caso, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la carpeta (losa) vibrada, los que deben ser iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo cien (100) metros o fracción, cumplir con lo establecido en el inciso G.03 de este Capítulo.

**G.04f** El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, deberá ser igual o mayor de noventa y ocho centésimos (0.98) del espesor de proyecto o mayor:

$$\bar{e} \geq 0,98e$$

Donde:

$e$  = Espesor de proyecto, (cm)

$\bar{e}$  = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo,



(cm), obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Donde:

$e_i$  = Espesor obtenido en cada determinación, (cm)

$n$  = Número de determinaciones hechas en el tramo

**G.04g** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, deberá ser igual o menor de diez centésimos (0.10) del espesor promedio:

$$\sigma_e \leq 0,10e$$

Donde:

$\sigma_e$  = Desviación estándar correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n-1} \right)^{1/2}$$

$\bar{e}$ ,  $e_i$  y  $n$  tienen el significado indicado en el Párrafo anterior.

## G.05 RESISTENCIA A LA FRICCIÓN

Esta prueba se realizará cuando lo marque el proyecto o lo indique la Dirección:

**G.05a** Que la superficie de rodamiento de la carpeta asfáltica compactada, tenga un coeficiente de fricción en condiciones de pavimento mojado, igual o mayor de seis décimas (0,6), y nueve (9) décimas medido de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP·4·07·010, Determinación del Coeficiente de Fricción con Equipo de Rueda Oblicua, a una velocidad de sesenta y cinco (65) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada línea de colado. La prueba se hará sobre la superficie de rodadura texturizada. Para ello, el Contratista dispondrá de un equipo de rueda oblicua que cumpla con el Manual mencionado, debidamente calibrado. La Dirección verificará la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el equipo de rueda oblicua presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la medición en tanto que el Contratista lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo reemplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago tramos que no hayan sido verificados. En su caso, la carpeta asfáltica con mezcla en caliente será corregida considerando lo estipulado en el apartado H.3.5 de la norma N-CTR-CAR-1-04-009 Carpetas de Concreto Hidráulico o según lo indique la Dirección.

**G.05b** Cuando la resistencia a la fricción sea menor de seis décimas (0.6), el Contratista por su cuenta y costo, corregirá la superficie terminada como se indica en la norma N-CTR-CAR-1-04-009 Carpetas de Concreto Hidráulico. En cualquier caso, concluida la corrección se determinarán nuevamente la resistencia a la fricción y los índices de perfil de todas las líneas de colado del subtramo, para verificar el cumplimiento de lo estipulado tanto en el inciso anterior como en la Fracción G.02 de este Capítulo.

## H. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

### H.01 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Cuando la construcción de carpetas (losas) de concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en este Capítulo, a satisfacción de la Dirección, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro *cuadrado* de carpeta (losa) terminada, con aproximación a la unidad. El *área* de cada tramo se determinará mediante la siguiente fórmula:



$$A = L \times \bar{a}$$

Donde:

A = Área de la carpeta (losa) de concreto hidráulico del tramo, (m<sup>2</sup>)

L = Longitud del tramo, (m)

$\bar{a}$  = Ancho promedio de la carpeta (losa) de concreto hidráulico, obtenidos con base en las distancias entre el eje y las orillas de la calzada vehicular, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el Inciso E.23b de este Capítulo, (m)

## **H.02 BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de carpetas (losas) de concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula F.02 de este Capítulo, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de carpeta (losa) terminada en cada tramo, según su tipo. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición, incluyendo mermas y desperdicios del concreto y los aditivos. Limpieza de los vehículos en que se transporten estos materiales, movimientos en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga y cargo por almacenamiento.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta (losa).
- Cargas en la planta del concreto hidráulico al equipo de transporte o carga de los materiales al vehículo mezclador para la elaboración del concreto hidráulico y su transporte al lugar del colado.
- Habilitación y colocación de las pasajuntas y sus silletas o canastas de sujeción, de las barras de amarre o del acero para el refuerzo o presfuerzo, con los dispositivos y asientos que se requieran.
- Cimbrado, colado, vibrado y texturizado.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales, durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la carpeta (losa) de concreto hidráulico hasta que sea recibida por la Dirección.

## **H.03 ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de las carpetas (losas) de concreto hidráulico, *su base de pago es de metro cuadrado*, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas.

## **H.04 RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la construcción de la carpeta (losa) de concreto hidráulico, la Dirección la aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, la recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. del Capítulo 1.01 Ejecución de Obras de estas Normas, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. del mismo Capítulo.



## CAPÍTULO 8.12 CALAFATEO Y SELLADO DE JUNTAS

### A. DEFINICION

Es el conjunto de actividades que se realizan para sellar las grietas y juntas en carpetas de concreto hidráulico (losas), con el propósito de evitar la entrada de cuerpos extraños entre las losas, así como, de prevenir la filtración de agua proveniente de escurrimientos superficiales, hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando su consecuente pérdida de resistencia, así como, la degradación o deterioro de dicha estructura o de la grieta o junta en sí, debido a la concentración de esfuerzos

### B. REFERENCIAS

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

### C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen para el sello de grietas y juntas en pavimentos de concreto hidráulico (losas) serán los que indique el proyecto o la secretaria. Los materiales serán fabricados a base de poliuretanos y que en la actualidad con base a las pruebas físicas realizadas por la Dirección han sido autorizados para el sellado de juntas en los pavimentos recién construidos.

**C.02** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Dirección, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas. Se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista corrija las deficiencias o remplace los materiales por los autorizados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista

### D. EQUIPO

El equipo que se utilice para el sellado de grietas y juntas, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o señalada por la Dirección, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación o el que indique la Dirección, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren los trabajos y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Dirección, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista



#### **D.01 EQUIPOS DE CORTE**

Con disco abrasivo o de diamante, del tamaño, potencia y capacidad que se requieran para el repulido de las grietas y el aserrado de las juntas, mediante cortes con la profundidad mínima establecida en el proyecto.

#### **D.02 UNIDADES DE AGUA A PRESIÓN**

Provistas de boquillas capaces de producir una presión mínima de catorce (14) mega pascales (143 kg/cm<sup>2</sup> aprox.).

#### **D.03 UNIDADES DE ARENA A PRESIÓN**

Con la capacidad suficiente para limpiar adecuadamente las grietas y las juntas.

#### **D.04 COMPRESORES DE AIRE**

Capaces de producir una presión mínima de seiscientos veinte (620) kilo pascales (6 kg/cm<sup>2</sup> aprox.) provistos con los dispositivos necesarios para evitar la contaminación del aire con agua o aceite.

#### **D.05 DISPOSITIVOS PARA LA COLOCACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO PREFORMADO**

Capaces de colocar el material preformado de una manera uniforme a todo lo largo de la grieta o junta, a la profundidad establecida en el proyecto, sin restirlo o punzarlo.

#### **D.06 EQUIPO PARA LA INYECCIÓN DEL MATERIAL DE SELLADO**

Consistente en bombas de extrusión con la suficiente capacidad para inyectar el volumen requerido de material de sellado hasta la profundidad adecuada, equipadas con una boquilla cuya forma ajuste dentro de las grietas o juntas, y con la cual se pueda formar una cama de ancho y profundidad uniforme entre las caras de las mismas

### **E. CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se sellarán juntas en las siguientes condiciones:

**E.01** Sobre superficies con agua libre o encharcada

**E.02** Cuando este lloviendo

**E.03** Cuando la temperatura ambiente sea menor de diez Celsius o mayor de treinta (30) grados Celsius y se vayan a utilizar epóxicos, a menos que el proyecto o la Dirección indiquen otra cosa.

**E.04** Cuando la temperatura ambiente o de la superficie de la grieta o junta por sellar sea menor o igual a trece (13) grados Celsius y se vayan a utilizar materiales o productos que se apliquen en caliente. Para los demás materiales o productos, la aplicación se hará en un rango de cuatro (4) a treinta y dos (32) grados Celsius, a menos que el fabricante recomiende otras temperaturas o bien, las establezca el proyecto o la Dirección.

### **F. EJECUCIÓN**

#### **F.01 PREPARACIÓN DE LA CAVIDAD**

Esta operación deberá realizarse cuando el concreto haya alcanzado la resistencia de proyecto. Para la operación del sellado, es conveniente practicar una ranura utilizando la herramienta adecuada que no produzca despostillamientos, para lo cual se requiere un equipo mecánico (maquina ruteadora) con el fin de provocar una cavidad de dimensiones adecuadas para alojar el



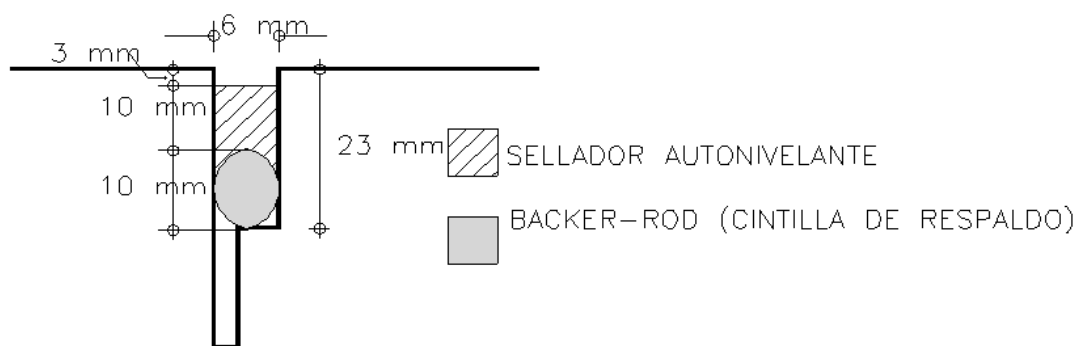


material sellador. En el caso de las juntas longitudinales, durante la colocación del concreto deberá prevenirse la formación del borde de dicha junta empleando para ello un doblador y posteriormente realizar el perfilado de la junta longitudinal con disco de diamante de 6 mm. de espesor y 23 mm. de profundidad, es necesario practicarle a la junta una limpieza con gancho que quepa en la ranura del corte para eliminar partículas de grava, arena, tierra y después sopletear dicha ranura hasta quitar el polvo que pueda contener, una vez limpia la ranura, seca y libre de polvo, se procederá a la colocación del material de sello.

### F.02 INTRODUCCIÓN DEL MATERIAL SELLADOR

Una vez que se concluyó la preparación de la cavidad conforme a lo indicado en paso 1, se procederá a introducir el material de relleno. Con el fin de asegurar el cumplimiento del factor de forma especificado por el fabricante del producto sellador, así como para evitar la adherencia del producto con el fondo de la ranura, se requiere previamente la instalación de una cintilla de respaldo, la cual deberá ser compatible con el sellador y con un diámetro aproximado del 25% mayor al del ancho de la ranura. Dicha cintilla se inserta fácilmente con un rodillo de doble rueda de acero que forcé la entrada uniforme a la profundidad requerida; una buena costumbre es pasar dos veces el rodillo por la ranura.

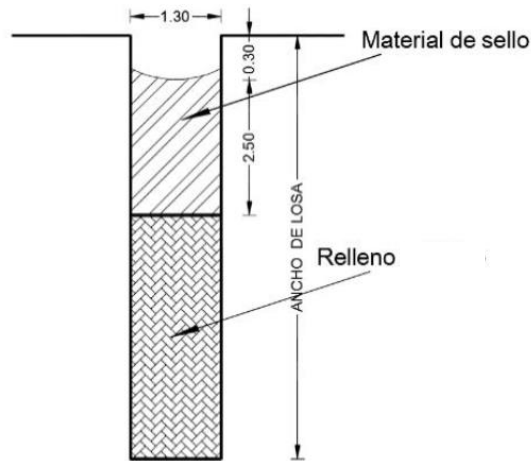
Una vez que ha sido colocada la cinta de respaldo, se continúa con la colocación del material sellador respetando el factor forma y dimensiones marcadas en el siguiente croquis.



F.03 Para la colocación del producto es muy importante respetar las recomendaciones del fabricante. La colocación del producto se hará mediante un aplicador especializado y que cuente con la suficiente experiencia, llenando la ranura del fondo hacia arriba para evitar la formación de burbujas de aire y hasta alcanzar un nivel de 3 mm bajo la superficie del pavimento. Es sumamente importante que las paredes de la ranura estén secas antes de instalar cualquier sellador líquido, ya que esta inhibirá la adherencia del material. Finalmente, se deberá examinar todo el sellado después de la instalación. El supervisor debe observar el material y sus características de sellado. La simple prueba de la navaja puede indicar que tan bien se ha adherido el sellador a las paredes de la ranura.

F.04 Se deberán colocar juntas de expansión de 1/2" de ancho con material compresible elaborado a base de espuma de polietileno, el cual deberá de abarcar todo el espesor del pavimento, en bocacalles, diamantes de pozos de visita, bocas de tormenta y/o en las zonas que indique el proyecto ejecutivo o la Dirección, realizando posteriormente su sellado con el mismo producto autorizado.





## G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que el sellado de grietas o juntas se considere terminado y sea aceptado por la Dirección, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Dirección cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

**G.01** Que los materiales empleados hayan cumplido con las características establecidas como se indica en la fracción C de esta norma.

**G.02** Que el acabado final de la superficie no presente afloramiento del material sellado o cualquier otro defecto que, a juicio de la Dirección, afecte el drenaje superficial, la calidad de rodadura o el adecuado comportamiento del sello

**G.03** Que la superficie de rodadura esté limpia y los excedentes de los materiales o productos utilizados, así como, los residuos producto del sellado, hayan sido retirados y depositados en el banco de desperdicio correspondiente.

## H. MEDICIÓN

Cuando el sellado de grietas o juntas en losas de concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutado conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Dirección, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. del Capítulo 1.01 Ejecución de obra, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro de grieta o junta sellada, para cualquier ancho y profundidad de grieta o junta y para cada tipo de material o producto para sellado utilizado y tipo de sellado, con aproximación a un décimo (0,1) y se pagará sólo el volumen de proyecto.

## I. BASE DE PAGO

Cuando el sellado de grietas o juntas en losas de concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medido de acuerdo con lo indicado en la Cláusula H. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de grieta o junta sellada, para cualquier ancho y profundidad de grieta o junta y para cada tipo de material o producto para sellado utilizado y tipo de sellado. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. del Capítulo 1.01 Ejecución de obra incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o producción de los materiales y productos para el sellado, incluyendo



mermas y desperdicios; carga, transporte y descarga de los materiales y productos hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.

- Delimitación de las grietas o juntas por sellar.
- Limpieza y preparación de las grietas o juntas por sellar.
- Aserrado o repulido de las grietas o juntas.
- Remoción del sello existente.
- Carga, transporte y descarga de los residuos que se obtengan a los almacenamientos temporales y a los bancos de desperdicios, así como su extendido y tratamiento en dichos bancos, en la forma que apruebe la Dirección.
- Suministro y utilización de agua.
- Colocación del material de relleno preformado o de respaldo.
- Sellado de las grietas o juntas.
- Equipo de alumbrado y su operación.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales y residuos durante las cargas y las descargas.
- La conservación de las grietas o juntas selladas hasta que sean recibidas por la Dirección.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

## **J. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago del sellado de grietas o juntas, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. del Capítulo 1.01 Ejecución de obra.

## **K. RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Una vez concluidos los trabajos de sellado de grietas o juntas, la Dirección los aprobará y recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. del Capítulo 1.01 Ejecución de obra, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.

Así mismo se solicitará que se entregue junto con el finiquito de la obra una garantía de los trabajos de sello realizados con una vigencia de 5 años a partir de la entrega física a la dependencia correspondiente por parte del Contratista y si es el caso, otra por parte del Subcontratista



## CAPÍTULO 8.13

### MACHUELOS Y/O GUARNICIONES DE CONCRETO HIDRÁULICO

#### A. DEFINICIÓN

**A.01** Se entiende por guarnición al elemento estructural que sirve para marcar el desnivel entre banqueta y la calzada y además delimita las zonas de tránsito vehicular y peatonal y que sirve para contener las banquetas y el pavimento.

**A.02** Se entiende por machuelo al elemento estructural que contiene el pavimento en las zonas donde no existe guarnición, con la finalidad de proteger la capa de rodamiento.

#### B. REFERENCIAS

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
CONCRETO PRESFORZADO	4.02				
MORTEROS	4.03				
LECHADEADO. FABRICACIÓN DE LECHADA DE CEMENTO	4.04				
ACERO DE REFUERZO	4.05				
PLANTILLAS	5.01				
FIRMES DE CONCRETO	5.02				
CASTILLOS. CADENAS	5.06				
PILOTES	5.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.





**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE LAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EXCAVACIONES EN CAJA	3.02				
ACARREOS	3.06				
ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4.01				
ACERO DE REFUERZO	4.05				
CIMBRAS	4.07				

### **C. MATERIALES**

**C.01** Los materiales que se utilicen en la elaboración de machuelos y guarniciones serán del tipo y con las características establecidas en el proyecto.

**C.02** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en las fracciones anteriores, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista

**C.03** Si en la ejecución del trabajo ya juicio de la Dirección, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

### **D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN**

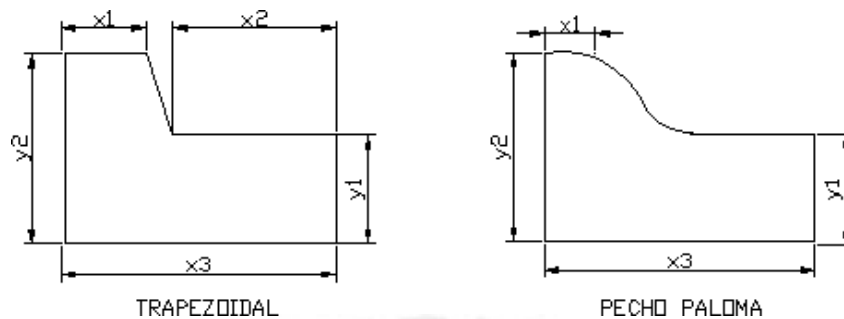
**D.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

Los trabajos de guarnición y/o machuelos comprenden las operaciones siguientes:

#### **D.02 FORMA Y DIMENSIONES**

Las guarniciones serán tipo integral o semi-integral y de la forma y dimensiones que indique el proyecto





### D.03 MOLDES

Los moldes serán metálicos y deberán tener el espesor adecuado que les proporcione suficiente rigidez y resistencia, para no deformarse durante las operaciones de vaciado y vibrado, será necesario que queden firmemente sujetos a la base de apoyo, para conservar los alineamientos, pendientes y niveles de proyecto. Con objeto de garantizar el buen acabado de las guarniciones y/o machuelos, los moldes deberán limpiarse perfectamente y engrasarse antes de usarse.

### D.04 PREPARACIÓN

Se presentarán dos casos: obra nueva y cuando se trate de reconstrucción, que se apegarán a lo siguiente:

**D.04a Construcción:** al efectuar la construcción del pavimento desde la sub-rasante hasta la subbase, deberá extenderse 50cm a cada lado del ancho del arroyo, con objeto de que la guarnición se desplante sobre la subbase o a un nivel muy aproximado, dependiendo de los niveles de proyecto, para evitar asentamientos de dicho elemento.

**D.04b Reconstrucción:** en el caso de reconstrucción de guarniciones por modificación de secciones de anchos de arroyo o de niveles, primeramente, se demolerán las existentes. Se procurará que el ancho de la excavación donde queden dichas guarniciones y/o machuelos, sea el mínimo necesario para alojar los moldes.

La base en donde se vayan a desplantar las guarniciones y/o machuelos debe ser suficientemente resistente para evitar asentamientos, en caso contrario se profundizará la excavación para alojar una capa de material de subbase de 10cm de espesor, compactado al 90% de su peso volumétrico seco máximo.

### D.05 VACIADO

Antes de proceder al vaciado del concreto en los moldes, deberá humedecerse la base, posteriormente se iniciará el vaciado, que se compactarán con vibrador de inmersión. Cuando no se tenga vibrador en la obra, la Dirección podrá suspender los colados de guarnición y/o machuelos.

Una vez que el concreto ha sido colocado y vibrado, se verifican nuevamente los alineamientos y la inclinación del escarpio, que deben ser los del proyecto. También se procederá a pulir la parte superior o corona de la guarnición, que debe quedar con la pendiente del proyecto, dando con volteador las curvas para matar las aristas y obtener la forma especificada.

Los moldes se removerán una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente, para soportar sin deterioro la maniobra respectiva.

### D.06 CURADO

El curado tiene por objeto conservar la humedad del concreto, para éste fragüe y endurezca en condiciones satisfactorias, debe dársele especial atención por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad del concreto.



**D.06a** Guarniciones prefabricadas: se curarán adecuadamente de tal manera que se alcance la resistencia indicada en el proyecto al momento de ser colocadas.

**D.06b** Guarniciones coladas en sitio: después del acabado se procederá a cubrirlas con una membrana impermeable que cumpla con las condiciones marcadas en el inciso E.11 del capítulo 8.09 Carpetas (losas) de concreto hidráulico de estas Normas. Posteriormente (durante los 2 días siguientes al colado), se darán riegos ligeros de agua a la parte descubierta.

## D.07 JUNTAS

**D.07a** Para guarniciones prefabricadas: la unión entre pieza y pieza deberá quedar perfectamente alineada, posteriormente se sellarán las juntas con una lechada de cemento-agua, para evitar filtraciones que saturen las capas inferiores del pavimento y provoque fallas del mismo.

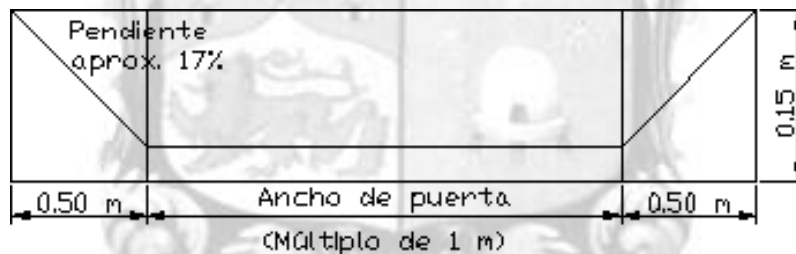
**D.07b** Para guarniciones coladas en sitio: se presentarán los dos casos siguientes:

- De construcción: el colado se hará en forma continua, dependiendo del avance y suministro del concreto, haciendo una junta de construcción al terminar el trabajo del día por interrupción imprevista.
- De contracción y dilatación: estas juntas se harán con separadores metálicos de 3mm de espesor y con la profundidad total de la guarnición. Los separadores se limpiarán y engrasarán perfectamente antes de la colocación del concreto y se retirarán cuidadosamente de 3 a 5 horas después de haber terminado el colado. Las juntas se harán a la distancia que indique el proyecto.

Las grietas que se produzcan por incumplimiento de esta especificación serán responsabilidad del Contratista.

## D.08 ENTRADA DE VEHÍCULOS

Para las entradas de vehículos y rampas para personas con capacidades diferentes se construirán de acuerdo con lo indicado en la figura siguiente:



Para el caso de vehículos y tractocamiones con remolque deberá modificarse la longitud de la rampa, aumentándola de acuerdo con el ancho del arroyo, procurando que el radio de giro obtenido sea de 15 m como mínimo o lo que indique el proyecto para cada caso en particular.

## D.09 LUZ EN GUARNICIONES

Es la altura libre que queda entre la superficie del pavimento terminado (junto a la guarnición) y la corona de la guarnición.

Esta luz es variable de acuerdo con la obra vial por ejecutar, apegándose a las siguientes especificaciones:

- 1) Para vialidades del tipo avenida, bulevar o vías rápidas: 22.5cm
- 2) Para vialidades de 8 m de ancho de calzada vehicular o más: 20cm
- 3) Para vialidades con banquetas de 1 m de ancho o menos: 15cm

## D.10 FABRICACIÓN



Las guarniciones precoladas se fabricarán en una planta que cuente con las instalaciones adecuadas para producirlas con las secciones y preparaciones especificadas, acabados de primera y que puedan sercuradas a vapor.

La longitud de los tramos en tangente y curvas con radios mayores de 15 m serán de 1 m y en curvas con radios menores de 15 m será de 0.5 m.

#### **D.11 COLOCACIÓN**

Una vez preparada la base de apoyo, las guarniciones se deben colocar antes o después del tendido de la carpeta (losa).

Cuando se coloquen antes se procurará no mancharlas con los riegos asfálticos y que no pierdan su alineamiento de proyecto, cuando se coloquen después se tenderán las carpetas (losas) extendiéndose 10 cm más de su ancho normal, para posteriormente cortar con sierra y alojarlas.

- 1) Guarniciones prefabricadas: deberán quedar a hueso y se colocará un pasador en las perforaciones con varillas corrugadas de 3/8" de diámetro, con una longitud de 20 cm para lograr mayor rigidez entre pieza y pieza.
- 2) Guarniciones coladas en sitio: se colocará el concreto hidráulico cumpliendo con los niveles y alineamiento del proyecto, se tendrá especial cuidado en el control de revenimiento y dosificación de agregados, para lograr acabados de primera, sin deformaciones ni oquedades.

#### **D.12 COLADERAS EN CONCRETO**

Para la colocación de coladeras de banquetta se hará lo siguiente:

En guarniciones precoladas se dejará de colocar un tramo de 1 m y en guarniciones coladas en sitio se dejará de colar el ancho de la coladera más 20cm a cada lado, después de construida la coladera se completará la construcción de las guarniciones en forma manual hasta unirse con las adyacentes, empleando concreto hidráulico con una resistencia de 250kg/cm<sup>2</sup> y revenimiento de 6 a 8 cm.

#### **D.13 ACABADOS Y TOLERANCIAS**

Las guarniciones deberán tener un acabado aparente, con escobillado fino en sentido transversal. Las guarniciones quedarán con los niveles y alineamientos de acuerdo a las siguientes tolerancias:

<b>ALINEAMIENTO</b>	<b>TOLERANCIA</b>
Horizontal	± 1cm
Vertical	± 1cm

### **E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN BASE DE PAGO**

#### **E.01 ALCANCES**

Dependiendo de su forma el concepto de “guarniciones de concreto hidráulico” comprende lo siguiente:

**E.01a** Guarniciones de concreto hidráulico en sitio o precoladas.

- 1) Moldes metálicos: lo que corresponda por adquisición de los moldes en buen estado de uso; el empleo de desmoldantes para lograr los acabados requeridos.
- 2) Concreto hidráulico: adquisición o elaboración del concreto hidráulico con las características requeridas en el proyecto especialmente en el control de revenimiento para lograr acabados de primera, acarreo al lugar de la obra, mermas y desperdicios.
- 3) Precoladas que incluyen: la fabricación de dichos elementos en plantas que cuenten con las





instalaciones adecuadas para producirlas con las secciones y preparaciones indicadas en el proyecto, el curado que se requiera, el transporte al lugar de la obra, colocación a hueso con el pasador especificado en el proyecto, preparación para apoyarlas en una base firme.

- 4) Todo el equipo, herramienta y personal necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con la calidad y alineamientos estipulados en el proyecto o las instrucciones de la Dirección.

**E.01b** También se incluyen los muestreos y pruebas de laboratorio necesarias para determinar la calidad del concreto hidráulico empleado, con la frecuencia que indique el capítulo correspondiente de estas Normas.

## **E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

**E.02a** Las guarniciones de cada forma y de cada tipo se medirán por unidad de obra terminada, tomando como unidad de medición el metro lineal (ml).

**E.02b** No se medirán aquellas guarniciones que no cumplan con el alineamiento ni con la calidad y acabado requeridos en el proyecto o que ordene la Dirección.

## **E.03 BASE DE PAGO**

Los conceptos de trabajo relacionados con este Capítulo se pagarán con los precios unitarios establecidos en el contrato respectivo, los que incluyen los costos directos e indirectos, el financiamiento, así como la utilidad el Contratista.



## CAPÍTULO 8.14 BANQUETAS

### A. DEFINICIÓN

**A.01** Las banquetas son las zonas de la vía pública destinadas al tránsito de peatones, por tal razón su ejecución se hará cuidadosamente para causar las mínimas molestias al público.

### B. REFERENCIAS

**B.01** Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON  
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EXCAVACIÓN EN CAJA	3.02				
ACARREOS	3.06				
CONCRETO PRESFORZADO	4.02				
MORTEROS	4.03				
LECHADEADO. FABRICACIÓN DE LECHADA DE CEMENTO	4.04				
ACERO DE REFUERZO	4.05				
CIMBRAS	4.07				
PLANTILLAS	5.01				
FIRMES DE CONCRETO	5.02				
CASTILLOS. CADENAS	5.06				
PILOTES	5.09				



BASES Y SUBBASES DE PAVIMENTO	8.01				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.11				

## C. MATERIALES

**C.01** Los materiales que se utilicen en la elaboración de machuelos y guarniciones serán del tipo y con las características establecidas en el proyecto.

**C.02** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en las fracciones anteriores, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista

**C.03** Si en la ejecución del trabajo ya juicio de la Dirección, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista.

## D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

**D.01** El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto, cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo, pero en caso de que pretenda modificar los procedimientos propuestos, los deberá poner a consideración y aprobación de la Dirección, siempre y cuando sean para mejorar los programas de construcción, esto no será motivo para pretender presentar a revisión nuevos precios unitarios.

Los trabajos de guarnición comprenden las operaciones siguientes:

- Preparación
- Colocación del concreto
- Acabado
- Curado
- Cortes
- Entrada de vehículos
- Responsabilidades del Contratista

### D.02 COLOCACIÓN DEL CONCRETO

El colado de las banquetas se hará por losas alternadas; antes de proceder al vaciado del concreto, deberá limpiarse y humedecer perfectamente la base sin formar charcos. Esta medida se realizará con objeto de evitar que el material de relleno absorba agua del concreto y se presenten fisuras por contracción.

### D.03 ACABADO

La superficie de la banqueta deberá quedar perfectamente uniforme después del colado, tendrá unapendiente transversal del 2% del paramento a la guarnición para facilitar el escurrimiento del agua; podrá tener otra pendiente en casos especiales, la cual se indicará con la debida anticipación. El acabado consistirá en pasarle una escoba, con el fin de dejar una superficie rugosa



en sentido perpendicular al tránsito de peatones, el escobillado deberá hacerse siguiendo líneas rectas y no se aceptarán ondas, la profundidad de la huella deberá ser lo más uniforme posible. Las aristas de las losas deberán ser terminadas antes de que endurezca el concreto por medio de un volteador, formando curvas con un radio máximo de 5mm. Las banquetas recién coladas se protegerán del paso de los peatones durante 4 horas posteriores al término del colado, para que la superficie acabada no sea afectada.

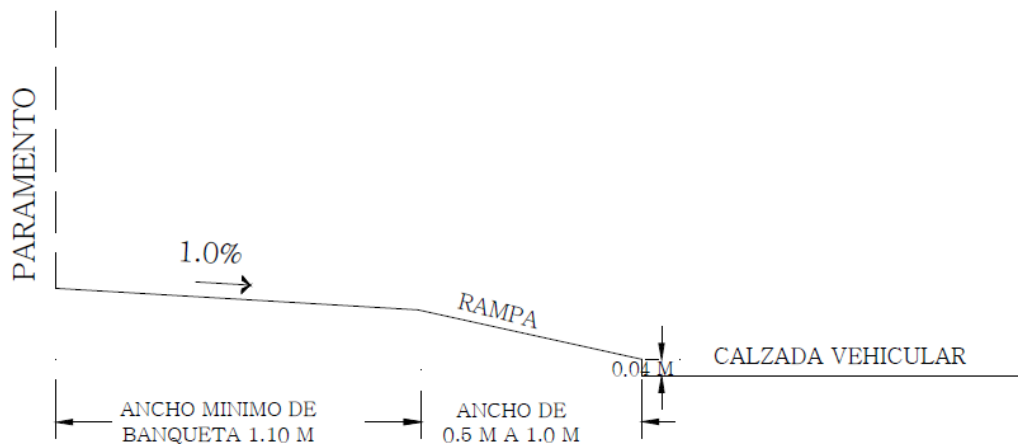
#### D.04 CURADO

Inmediatamente después de terminar la superficie de la banqueta, se procederá a cubrirla con una membrana impermeable.

#### D.05 ENTRADA DE VEHÍCULOS

Las dimensiones para la construcción de las rampas para acceso vehicular se pueden observar en la siguiente figura:

VISTA EN CORTE



El ancho mínimo de la banqueta para el tránsito peatonal es de 1.10m con una pendiente del 1% con la finalidad de encausar los escurrimientos pluviales hacia la calzada vehicular.

El ancho de la rampa podrá variar de 0.6m a 1.0m Esta dimensión dependerá del ancho total de la banqueta.

Deberá de existir un desnivel de 0.04m entre la rampa y el nivel de la calzada vehicular.

No se permitirá la construcción de rampas colindantes al paramento, se deberá respetar la ubicación de la misma de acuerdo a la figura anterior.

Previo a la construcción de cualquier rampa deberá de tramitar el permiso correspondiente ante la Dirección de Mantenimiento Vial de esta Dirección.

#### D.06 RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

Cuando aparezcan fallas en las banquetas recién construidas, tales como: agrietamientos por hacer corte extemporáneos o no haber humedecido perfectamente el desplante, encharcamientos por zonas con bajos, huellas o marcas por tráfico prematuro, el Contratista será directamente responsable de estos deterioros y estará obligado a repararlos a entera satisfacción de la Dirección.

### E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO





## **E.01 ALCANCES**

El concepto banquetas comprende lo siguiente:

**E.01a** Limpieza e incorporación del agua para humedecer la base y afinar de la capa.

**E.01b** Concreto hidráulico de la resistencia, revenimiento y tamaño máximo del agregado indicados en el proyecto, que incluye:

- Adquisición y transporte cuando se emplee concreto premezclado.
- Elaboración cuando se fabrique en obra, que comprende adquisición de agregados fino y grueso, adquisición y acarreo libre del agua, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, almacenamiento y manejo de los agregados en la obra, mezclado y todos los acarreos correspondientes.
- Colocación del concreto; cimbra (cuando se emplee el sistema de losas alternadas y remoción de la misma); acomodo y apisonado del concreto; escobillado y rayado para obtener la superficie requerida en el proyecto.
- Y en general, todo el equipo, herramienta y personal necesario para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo a lo fijado en el proyecto o lo ordenado por la Dirección.

**E.01c** También se incluyen los muestreos y pruebas de laboratorio necesarios para determinar la calidad del concreto hidráulico y tepetate empleados en la obra, así como la verificación de los grados de compactación obtenidos en los rellenos, con la frecuencia que ordene la Dirección.

## **E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN**

**E.02a** Las banquetas, se medirán tomando como unidad el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), del espesor indicado en el proyecto.

**E.02b** No se medirán los trabajos que no cumplan con la calidad estipulada en el proyecto o aquellos que tengan que reponerse por causas imputables al Contratista.

## **E.03 BASE DE PAGO**

**E.03a** Todos los conceptos de trabajo relacionados con éste capítulo, se pagarán con los precios unitarios establecidos en el contrato respectivo para cada uno de ellos, los que incluyen los costos directos e indirectos, el financiamiento para su realización, así como la utilidad del Contratista.

